Solución Actividades Tema 4 MOVIMIENTOS RECTILÍNEOS Y CIRCULARES. INTRODUCCIÓN A LA CINEMÁTICA.

Actividades Unidad

4. Nos encontramos en el interior de un tren esperando a que comience el viaje. Por la ventanilla vemos otro tren, también parado. De pronto, observamos que nos movemos respecto al otro tren, pero después de un tiempo llegamos a la conclusión de que seguimos parados. ¿Puedes explicar la situación desde el punto de vista de la Cinemática?

La confusión ha surgido en el momento en que el sistema que hemos tomado como referencia, es decir, el otro tren, ha sido objeto de un movimiento. En este caso, la sensación es que nuestra posición está cambiando respecto al punto tomado como referencia, y ciertamente es así, pero sin que nos hayamos movido con respecto al suelo. De ahí la necesidad de elegir adecuadamente el punto de referencia como aquel que permanezca en una posición fija e invariable con el tiempo.

5. Calcula la velocidad media del ciclista en todo el trayecto. Comparando los cálculos realizados, ¿de qué forma obtienes más información sobre el movimiento? Expresa todos los valores de velocidad calculados en km/h.

Para calcular la velocidad media del ciclista en todo el trayecto consideraremos los datos correspondientes a los instantes inicial y final:

Para $t_0 = 0$ s → $x_0 = 0$ m.
Para $t_3 = 25$ s → $x_3 = 100$ m.

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_3 - x_0}{t_3 - t_0} = \frac{100\,\text{m} - 0\,\text{m}}{25\,\text{s} - 0\,\text{s}} = 4\,\text{m/s}$$

El ciclista recorre por término medio 4 metros en cada segundo, es decir, su velocidad media es de 4 m/s. Aunque en realidad no es así, pues la velocidad del ciclista no es constante. Se obtiene, pues, más información calculando la velocidad del ciclista en cada tramo que a partir del dato de velocidad media de todo el trayecto.

6. Calcula la velocidad media de estos móviles que se mueven con movimiento rectilíneo y asígnale su signo de acuerdo con los datos que se dan:

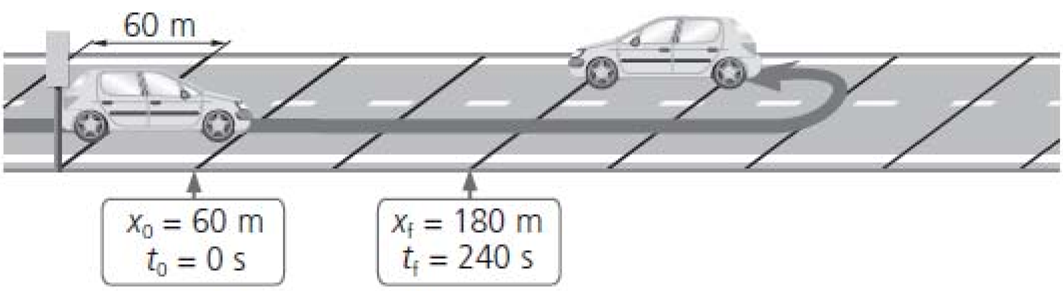
a) El móvil se ha movido 200 m hacia la izquierda y ha invertido 4 minutos.

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-200 \text{ m}}{240 \text{ s}} = -0{,}83 \text{ m/s}$$

b) El móvil se encuentra 10 m a la izquierda del punto de referencia en el instante t = 3 s, y en el instante t = 15 s, 30 m a la derecha de dicho punto.

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{30 \text{ m} - (-10 \text{ m})}{15 \text{ s} - 3 \text{ s}} = 3{,}3 \text{ m/s}$$

7. Un coche describe este movimiento:



a) Calcula el valor del desplazamiento y el espacio recorrido por el coche.

$$\Delta x = x_f - x_0 = 180 \text{ m} - 60 \text{ m} = 120 \text{ m}$$

El desplazamiento del móvil ha sido de 120 m hacia la derecha, mientras que el espacio recorrido, *s*, ha sido de 360 m.

b) Halla el valor de la velocidad media del coche. ¿Se obtiene el mismo valor si utilizamos el espacio recorrido? Justifícalo.

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{180 \text{ m} - 60 \text{ m}}{240 \text{ s}} = 0{,}5 \text{ m/s}$$

Si utilizamos el espacio recorrido, en lugar del desplazamiento, la velocidad calculada es diferente, pues el móvil ha cambiado de sentido.

8. Tomando como origen el jugador de bolos, elabora una tabla de datos de posición y tiempo para el movimiento de la bola y calcula su velocidad para los intervalos dados por cada dos instantes de tiempo consecutivos. ¿De qué tipo de movimiento se trata?

Los datos de posición y tiempo de que disponemos, tomando como referencia el jugador son:

Posición, *x* (m)	0	3	4	8
Tiempo, *t* (s)	0	1,5	2	4

Para calcular la velocidad media en cada tramo, consideraremos los datos de posición y tiempo correspondientes, y la fórmula correspondiente:

• Desde t_0 = 0 s hasta t_1 = 1,5 s:

$$v_1 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{3\text{ m} - 0\text{ m}}{1{,}5\text{ s} - 0\text{ s}} = 2\text{ m/s}$$

• Desde t_1 = 1,5 s hasta t_2 = 2 s:

$$v_2 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{4\text{ m} - 3\text{ m}}{2\text{ s} - 1{,}5\text{ s}} = 2\text{ m/s}$$

• Desde t_2 = 2 s hasta t_3 = 4 s:

$$v_3 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{8\text{ m} - 4\text{ m}}{4\text{ s} - 2\text{ s}} = 2\text{ m/s}$$

Los cálculos confirman que la velocidad media es la misma en cualquier intervalo de tiempo, por lo que se trata de un movimiento uniforme. Si consideramos todo el trayecto, veremos que efectivamente es cierto:

• Desde t_0 = 0 s hasta t_3 = 4 s:

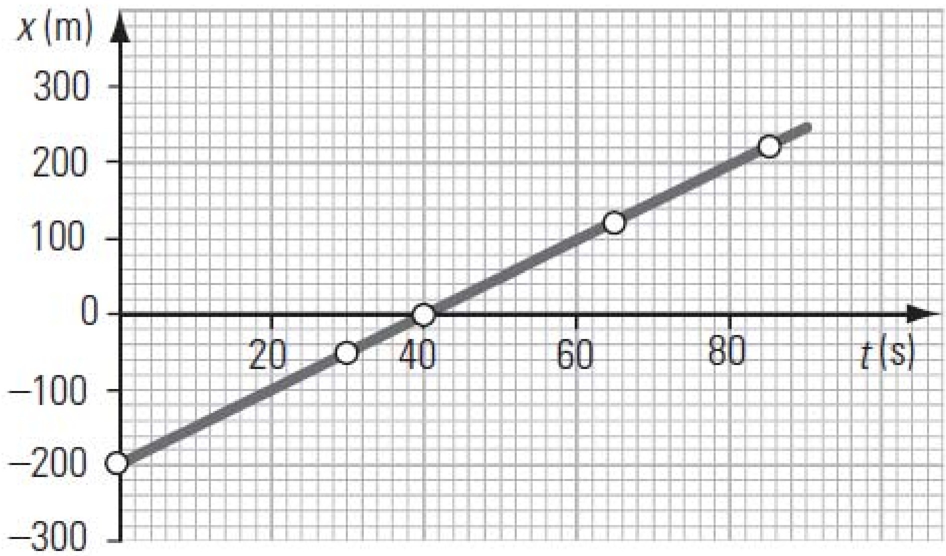
$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{8\text{ m} - 0\text{ m}}{4\text{ s} - 0\text{ s}} = 2\text{ m/s}$$

10. Construye las gráficas posición-tiempo para los movimientos de las actividades 8 y 9 de la página anterior. Interpreta la información que proporcionan.

La gráfica de posición-tiempo para el movimiento de la bola es:

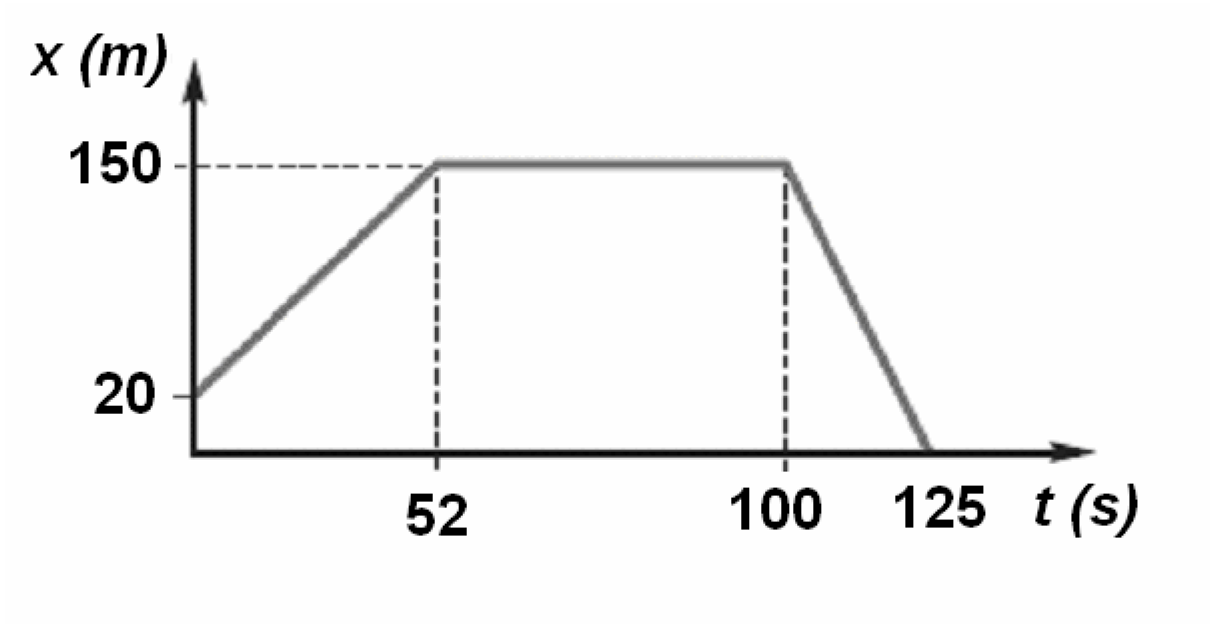
Es una línea recta, como corresponde a la gráfica *x*-*t* de un movimiento uniforme, cuya pendiente es la velocidad del movimiento (2 m/s). La gráfica parte del origen, lo cual indica que en el instante en que empezamos a contar el tiempo, la bola se encuentra en el punto tomado como referencia.

La gráfica de posición-tiempo que describe el movimiento del galgo es:



Es una línea recta, como corresponde a la gráfica *x*-*t* de un movimiento uniforme cuya pendiente es la velocidad del movimiento (5 m/s). El punto de corte con el eje de ordenadas indica la posición del galgo en el instante en que comenzamos a contar el tiempo (x_0 = –200 m), con respecto al punto tomado como referencia (200 m a la izquierda del árbol), y el punto de corte con el eje de abscisas (t = 40 s) indica el instante en el que el galgo pasó junto al punto de referencia.

11. Una persona pasea por una avenida recta en la que hay un quiosco de prensa que se toma como referencia. Interpreta esta gráfica en sus distintos tramos, que describe los movimientos de la persona:



En la gráfica se distinguen tres tramos:

Tramo A: la persona, que inicialmente se encuentra en un punto situado 20 m a la derecha del punto de referencia, se desplaza con movimiento uniforme hacia la derecha (línea recta ascendente), con velocidad constante igual a:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{150\text{ m} - 20\text{ m}}{52\text{ s} - 0\text{ s}} = \frac{130\text{ m}}{52\text{ s}} = 2{,}5\text{ m/s}$$

Tramo B: la persona se detiene en la posición x = 150 m, es decir, en un punto situado a 150 m a la derecha del punto de referencia, y permanece en esa posición durante 48 s, desde el instante t = 52 s hasta el instante t = 100 s.

Tramo C: la persona se desplaza con movimiento uniforme (gráfica línea recta), hacia la izquierda (descendente), desde la posición x = 150 m hasta el punto de referencia (x = 0 m), con velocidad constante igual a:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0\text{ m} - 150\text{ m}}{125\text{ s} - 100\text{ s}} = \frac{-150\text{ m}}{25\text{ s}} = -5\text{ m/s}$$

12. Interpreta las siguientes ecuaciones de movimiento, indicando para cada una la posición inicial, la velocidad del móvil y el sentido del movimiento:

a) x = 40 + 10 · t   b) x = –100 + 2 · t   c) x = –5 – 3 · t

En todos los casos se trata de ecuaciones de movimiento uniforme, porque aparecen relacionados la posición y el tiempo, y la dependencia es de tipo lineal (t está elevado a 1). Teniendo en cuenta la expresión general de la ecuación del mru:

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

a) Posición inicial del móvil: x_0 = 40 m. Por tanto, el móvil se encuentra en un punto situado a 40 m a la derecha del punto de referencia en el instante en que comenzamos a contar el tiempo.
Velocidad: v = 10 m/s. Por tanto, el móvil recorre 10 m en cada segundo, con velocidad constante, moviéndose hacia la derecha ($v > 0$).
El móvil no pasará por el punto de referencia.

b) Posición inicial del móvil: x_0 = –100 m. Por tanto, el móvil se encuentra en un punto situado a 100 m a la izquierda del punto de referencia en el instante en que comenzamos a contar el tiempo.
Velocidad: v = 2 m/s. Por tanto, el móvil recorre 2 m en cada segundo, con velocidad constante, moviéndose hacia la derecha ($v > 0$).
El móvil pasará por el punto de referencia.

c) Posición inicial del móvil: x_0 = –5 m. Por tanto, el móvil se encuentra en un punto situado a 5 m a la izquierda del punto de referencia en el instante en que comenzamos a contar el tiempo.
Velocidad: v = –3 m/s. Por tanto, el móvil recorre 3 m en cada segundo, con velocidad constante, moviéndose hacia la izquierda ($v < 0$).
El móvil no pasará por el punto de referencia.

15. Repite los cálculos del ejemplo anterior suponiendo que la anchura del río es de 500 m, que la velocidad de la barca es de 22 km/h y que la corriente de agua se desplaza a 5 km/h. Indica en cada paso qué estás obteniendo e interpreta la situación.

Para realizar los cálculos en unidades del SI, convertimos los datos de velocidad en m/s: 22 km/h = 6,1 m/s; 5 km/h = 1,4 m/s.

Las ecuaciones de los dos movimientos son entonces:

$$x = 1{,}4\ t \text{ (corriente)} \qquad y = 6{,}1\ t \text{ (avance)}$$

Vamos a calcular el tiempo que tarda en cruzar el río la barca:

$$500\ \text{m} = 6{,}1\ \text{m/s} \cdot t \rightarrow t = \frac{500\ \text{m}}{6{,}1\ \text{m/s}} = 82\ \text{s}$$

Durante ese intervalo de tiempo, el desplazamiento por la corriente será:

$$x = 1{,}4\ \text{m/s} \cdot 82\ \text{s} = 114{,}8\ \text{m}$$

La barca finaliza su recorrido 114,8 m a la derecha del punto en que salió.

19. Calcula la aceleración de un coche sabiendo que en el instante t_1 = 30 s su velocidad es v_1 = 12 m/s, y que en el instante t_2 = 38 s su velocidad es v_2 = 18 m/s.

Considerando los dos valores de velocidad y de tiempo de que disponemos, calculamos la aceleración del siguiente modo:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{18\ \text{m/s} - 12\ \text{m/s}}{38\ \text{s} - 30\ \text{s}} = 0{,}75\ \text{m/s}^2$$

Indica que el móvil aumenta su velocidad ($a > 0$) a razón de 0,75 m/s en cada s.

20. Señala el error de estos enunciados y vuelve a escribirlos de forma que sean correctos:

a) La aceleración es el cociente del espacio recorrido y el tiempo empleado.

La aceleración es el cociente entre la variación de velocidad experimentada por el móvil y el intervalo de tiempo empleado en ello.

b) La velocidad de un mru es cero.

La velocidad de un mru es constante.

c) La aceleración de un mrua es cero.

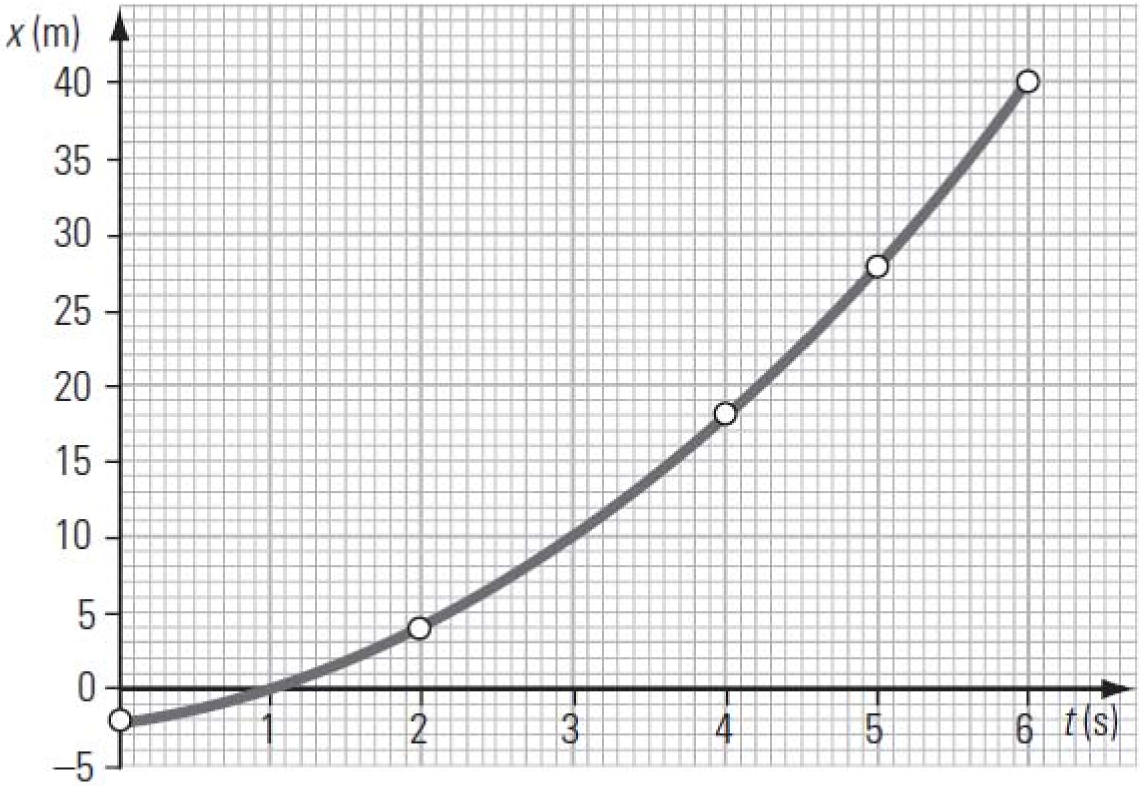
La aceleración de un mrua es constante y positiva.

21. Tenemos los siguientes datos de posición y tiempo para un móvil:

Posición (m)	–2	4	18	28	40
Tiempo (s)	0	2	4	5	6

a) Representa la gráfica x-t para este movimiento.

La gráfica de posición frente al tiempo para este movimiento es una línea curva como la siguiente:



b) ¿Qué tipo de movimiento es? ¿En qué te basas para responder?

Es un movimiento uniformemente variado. La gráfica es una línea curva, que corresponde a una relación cuadrática entre la posición y el tiempo.

Además, el movimiento es acelerado, porque la pendiente de la gráfica va aumentando, lo cual indica que a igual intervalo de tiempo la distancia recorrida es mayor, por lo que la velocidad va aumentando.

c) Halla, a partir de la gráfica, la posición inicial del móvil y el instante en el que pasa por el punto de referencia.

El punto de corte con el eje de ordenadas indica la posición inicial del móvil, que es x_0 = –2 m (2 m a la izquierda del punto de referencia). El punto de corte con el eje de abscisas (t = 1 s) indica el instante en el que el móvil pasa por el punto de referencia.

22. Un móvil parte del reposo e incrementa su velocidad en 0,53 m/s cada 4 s.

a) ¿Qué tipo de movimiento tiene el móvil? ¿Cuánto vale su aceleración?

El incremento de la velocidad es constante para un intervalo de tiempo dado, por tanto se trata de un movimiento uniformemente acelerado.

La aceleración la calculamos dividiendo el incremento de velocidad entre el intervalo de tiempo correspondiente:

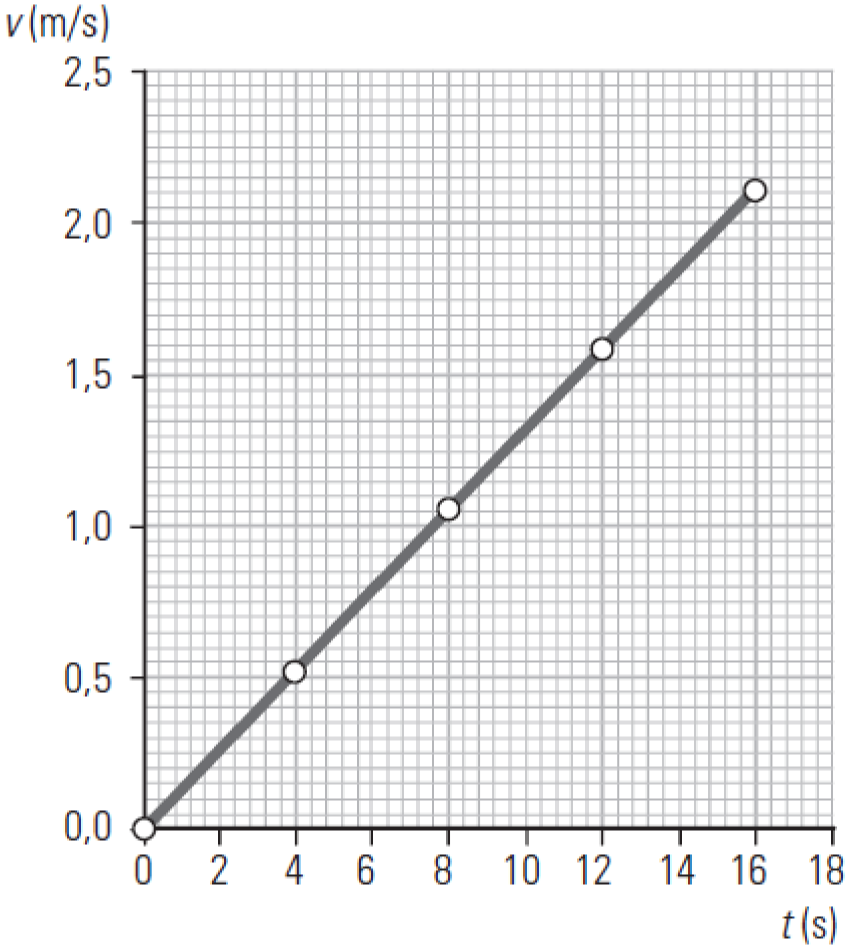
$$a = \frac{0{,}53\ \text{m/s}}{4\ \text{s}} = 0{,}13\ \text{m/s}^2$$

b) Elabora una tabla, tomando los valores de tiempo adecuados, y construye la gráfica velocidad tiempo para este movimiento. ¿Confirma la gráfica tus respuestas del apartado anterior?

Podríamos obtener la siguiente tabla:

Tiempo (s)	0	4	8	12	16
Velocidad (m/s)	0	0,53	1,06	1,59	2,12

La representación gráfica de esta tabla es la siguiente línea recta, de pendiente 0,13, que confirma que es un movimiento uniformemente acelerado cuya aceleración tiene el valor calculado en a):



23. Calcula la velocidad y la posición, cuando han transcurrido 15 segundos, de un objeto que se mueve en línea recta con una aceleración de 3 m/s^2, sabiendo que parte del punto de referencia con una velocidad inicial de 2 m/s.

Si escribimos las ecuaciones de movimiento a partir de los datos que nos proporcionan, sabiendo que se trata de un muv:

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \rightarrow x = 2\,t + 1{,}5\,t^2$$

$$v = v_0 + a \cdot t \qquad \rightarrow v = 2 + 3\,t$$

Y sustituimos el valor t = 15 s en las ecuaciones, obtenemos:

$$x = 2\,t + 1{,}5\,t^2 = 2\text{ m/s}\cdot 15\text{ s} + 1{,}5\text{ m/s}^2\cdot(15\text{ s})^2 =$$
$$= 30\text{ m} + 337{,}5\text{ m} = 367{,}5\text{ m}$$
$$v = 2 + 3\,t = 2\text{ m/s} + 3\text{ m/s}\cdot 15\text{ s} = 47\text{ m/s}$$

24. Un vehículo está frenando con una aceleración de 0,6 m/s^2. Si su velocidad cuando comenzó a frenar era de 90 km/h, ¿cuánto tarda en pararse? ¿Qué distancia recorre durante la frenada? (Nota: sitúa el punto de referencia en el lugar donde comienza la frenada).

En primer lugar, expresamos la velocidad inicial del vehículo en las unidades del S.I., es decir, en m/s:

$$v = 90\,\frac{\text{km}}{\text{h}} = 90\,\frac{\text{km}}{\text{h}}\cdot\frac{1000\text{ m}}{1\text{ km}}\cdot\frac{1\text{ h}}{3600\text{ s}} = 25\text{ m/s}$$

Y escribimos las ecuaciones de movimiento, considerando que se trata de un murr ($a < 0$):

$$x = x_0 + v_0\cdot t + \frac{1}{2}\,a\cdot t^2 \rightarrow x = 25\,t - 0{,}3\,t^2$$
$$v = v_0 + a\cdot t \rightarrow v = 25 - 0{,}6\,t$$

Para calcular el instante de tiempo en que el vehículo se para, hacemos $v = 0$ en la ecuación de velocidad:

$$v = 25 - 0{,}6\,t$$
$$0 = 25 - 0{,}6\,t$$
$$0{,}6\,t = 25$$
$$t = \frac{25\text{ m/s}}{0{,}6\text{ m/s}^2} = 42\text{ s}$$

El vehículo tardará en detenerse 42 s.

Considerando que el punto de referencia se tomó como la posición en que comienza a frenar, si calculamos la posición del vehículo en el instante $t = 42$ s, se corresponderá con la distancia recorrida antes de detenerse:

$$x = 25\,t - 0{,}3\,t^2$$

$$x = 25\text{ m/s} \cdot 42\text{ s} - 0{,}3\text{ m/s}^2 \cdot (42\text{ s})^2 = 520{,}8\text{ m}$$

El vehículo se detiene a 520,8 m del punto en que comenzó a frenar.

25. Un bolígrafo ha caído desde una cierta altura y ha llegado al suelo con una velocidad de 4 m/s. Calcula el tiempo que ha tardado en alcanzar el suelo y la altura desde la que se ha producido la caída.

Consideramos que el movimiento de caída del bolígrafo se rige por las ecuaciones de movimiento de una caída libre:

$$v = g \cdot t \quad \rightarrow v = 9{,}8\,t$$

$$s = \frac{1}{2} g \cdot t^2 \rightarrow s = 4{,}9\,t^2$$

Para saber el tiempo de caída basta con sustituir el valor v = 4 m/s, que es la velocidad con que llega al suelo, en la primera ecuación. Sustituyendo en la segunda ecuación:

$$4\text{ m/s} = 9{,}8\,t \rightarrow t = \frac{4\text{ m/s}}{9{,}8\text{ m/s}^2} = 0{,}41\text{ s}$$

Sustituyendo en la segunda ecuación:

$$s = 4{,}9 \cdot t^2 = 4{,}9\text{ m/s}^2 \cdot (0{,}41\text{ s})^2 = 0{,}82\text{ m}$$

27. Lanzamos hacia arriba una bola con una velocidad de 12 m/s. ¿Qué tipo de movimiento describe la bola? Halla el tiempo que tarda en alcanzar la altura máxima. ¿Cuál es esa altura?

El movimiento de ascenso de la bola es uniformemente retardado, pues su velocidad va disminuyendo a medida que transcurre el tiempo. El valor de la aceleración es 9,8 m/s^2, pero tomada con signo negativo. Considerando que la velocidad inicial del movimiento es v_0 = 12 m/s, las ecuaciones serán:

$$v = v_0 - g \cdot t \qquad \rightarrow v = 12 - 9{,}8\, t$$

$$s = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} g \cdot t^2 \rightarrow s = 12\, t - 4{,}9\, t^2$$

$$v^2 = v_0^2 - 2\, g \cdot s \qquad \rightarrow v^2 = 144 - 19{,}6\, s$$

Como la bola disminuye su velocidad a medida que asciende, su altura máxima la alcanza en el momento en que su velocidad se hace cero, es decir, se detiene, para volver a caer. Sustituyendo v = 0 en la primera ecuación, calculamos el tiempo que tarda en alcanzar esta altura máxima:

$$v = 12 - 9{,}8\, t \rightarrow 0 = 12 - 9{,}8\, t \rightarrow$$

$$\rightarrow t = \frac{12 \text{ m/s}}{9{,}8 \text{ m/s}^2} = 1{,}2 \text{ s}$$

Y la altura la podemos calcular haciendo v = 0 en la tercera ecuación, o sustituyendo este valor del tiempo en la segunda ecuación.

$$v^2 = 144 - 19{,}6\, s \rightarrow 0 = 144 - 19{,}6\, s$$

$$\rightarrow s = \frac{144 \text{ m}^2/\text{s}^2}{19{,}6 \text{ m/s}^2} = 7{,}3 \text{ m}$$

30. El móvil del ejercicio anterior recorre 35 m antes de pararse. ¿Qué ángulo total ha recorrido? ¿Cómo interpretas que ese ángulo sea mayor que 2p radianes?

El ángulo total recorrido por el móvil es:

$$\varphi = \frac{s}{R} = \frac{35 \text{ m}}{4 \text{ m}} = 8{,}75 \text{ rad} > 2\pi \text{ (6,28 rad)}$$

El ángulo es mayor que 6,28 radianes, porque el móvil ha dado más de una vuelta antes de detenerse.

31. Un móvil describe un movimiento circular uniforme con un radio de 20 m en el cual barre un ángulo de 3 radianes cada minuto. Calcula:

a) La velocidad angular del móvil.

Comenzamos calculando la velocidad angular del móvil a partir del ángulo que recorre y el tiempo invertido en ello, considerando que se trata de un movimiento circular uniforme:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{3\ \text{rad}}{60\ \text{s}} = 0{,}05\ \text{rad/s}$$

b) El ángulo que recorre en 50 segundos.

Despejando de la expresión anterior, podemos calcular el ángulo que recorre el móvil en 50 s:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \rightarrow \Delta\varphi = \omega \cdot \Delta t = 0{,}05\ \text{rad/s} \cdot 50\ \text{s} = 2{,}5\ \text{rad}$$

c) La velocidad lineal que lleva.

La velocidad lineal del móvil vendrá dada por el producto de su velocidad angular por el radio de la trayectoria:

$$v = R \cdot \omega = 20\ \text{m} \cdot 0{,}05\ \text{rad/s} = 1\ \text{m/s}$$

32. Un tiovivo tarda 18 segundos en completar una vuelta. Realiza los cálculos necesarios e indica:

a) La velocidad angular del tiovivo.

La velocidad angular del tiovivo se calcula dividiendo el ángulo recorrido (2π = 6,28 rad, al ser una vuelta completa) entre el tiempo empleado en ello (t = 18 s):

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{6{,}28\ \text{rad}}{18\ \text{s}} = 0{,}35\ \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

b) El ángulo que recorre en 12 s.

El ángulo recorrido por el tiovivo en 12 segundos será:

$$\Delta\varphi = \omega \cdot \Delta t = 0{,}35 \text{ rad/s} \cdot 12 \text{ s} = 4{,}2 \text{ rad} = 241°$$

c) La frecuencia del movimiento descrito por el tiovivo.

La frecuencia del movimiento se calcula dividiendo la velocidad angular entre 6,28 radianes (ángulo que corresponde a una vuelta completa):

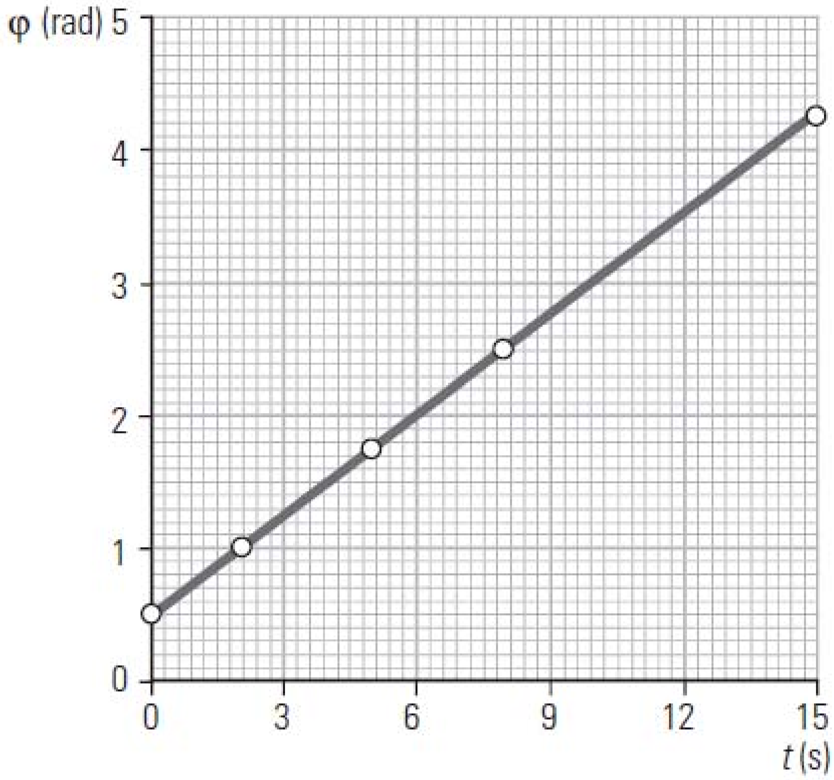
$$\omega = 2\,\pi\,f \rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{0{,}35 \text{ rad/s}}{6{,}28 \text{ rad}} = 5{,}6 \cdot 10^{-2} \text{ s}^{-1}$$

34. Para un objeto que se mueve en una trayectoria circular hemos obtenido los siguientes datos de ángulos en distintos instantes de tiempo:

Ángulo, φ(rad)	0,5	1	1,75	2,5	4,25
Tiempo, *t* (s)	0	2	5	8	15

a) Representa la gráfica *φ-t* para este movimiento. ¿Qué tipo de movimiento es?

La representación gráfica del ángulo recorrido frente al tiempo es una línea recta, lo cual se corresponde con un movimiento circular uniforme:



b) Calcula la velocidad angular del móvil a partir de la gráfica obtenida.

La velocidad angular viene dada por la pendiente de la gráfica. Como es una línea recta, podemos tomar dos puntos cualesquiera para el cálculo, por ejemplo, los correspondientes a los instantes inicial y final:

Para t_0 = 0 s → φ_0 = 0,5 rad.

Para t_4 = 15 s → φ_4 = 4,25 rad.

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{4{,}25\ \text{rad} - 0{,}5\ \text{rad}}{15\ \text{s} - 0\ \text{s}} = 0{,}25\ \text{rad/s}$$

c) Escribe la ecuación que se deduce de la gráfica.

La ecuación de este movimiento circular uniforme, considerando que el ángulo inicial es □0 = 0,5 rad, será:

$$\varphi = \varphi_0 + \omega \cdot \text{t} \quad \rightarrow \quad \varphi = 0{,}5 + 0{,}25\ \text{t}$$

d) El radio de la trayectoria es de 20 cm. Escribe la ecuación correspondiente al espacio recorrido en función del tiempo.

Considerando que el radio de la trayectoria es R = 20 cm = 0,2 m, la ecuación correspondiente al espacio recorrido en función del tiempo será:

$$s = s_0 + v \cdot t \quad \rightarrow \quad s = 0{,}1 + 0{,}05\ t$$

En la cual hemos sustituido:

$$s_0 = \varphi_0 \cdot \text{R} = 0{,}5\ \text{rad} \cdot 0{,}2\ \text{m} = 0{,}1\ \text{m}$$

$$v = \omega \cdot R = 0{,}25\ \text{rad/s} \cdot 0{,}2\ \text{m} = 0{,}05\ \text{m/s}$$

Actividades finales

6. Interpreta el significado físico de los siguientes datos:

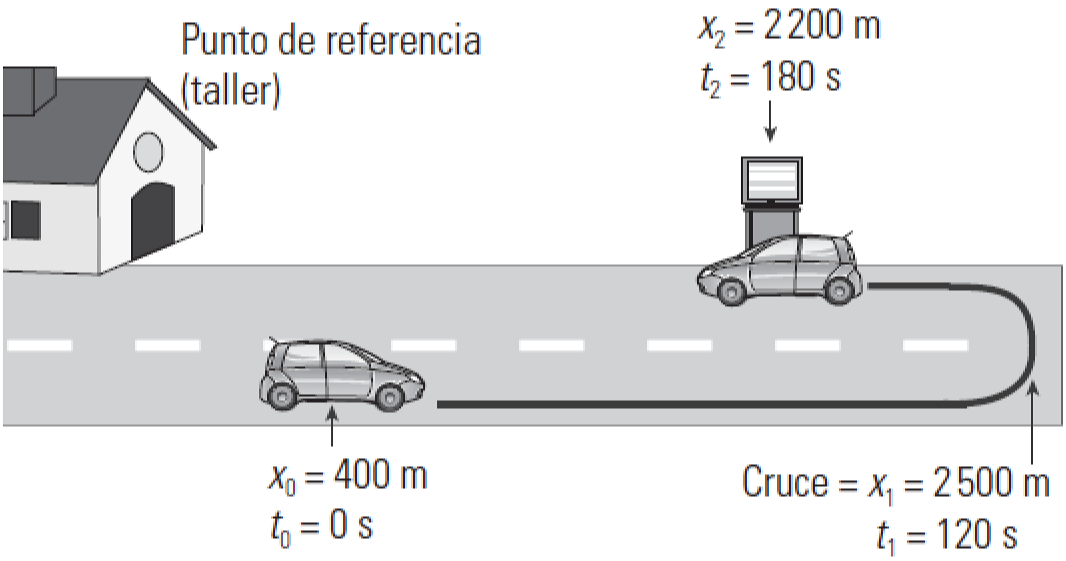
a) x = –15 m	**b) Δx = –15 m**	**c) Δx = 0 m**
d) x = 6 m	**e) s = 8 m**	**f) Δx = 8 m**

a) El móvil se encuentra en un punto situado a 15 m a la izquierda del punto de referencia.
b) El móvil se ha desplazado 15 m hacia la izquierda.
c) El desplazamiento experimentado por el móvil es nulo.
d) El móvil se encuentra en un punto situado a 6 m a la derecha del punto de referencia.
e) El móvil ha recorrido una distancia de 8 m.
f) El desplazamiento experimentado por el móvil es 8 m hacia la derecha.

8. Un coche que circula por una carretera recta ha pasado frente a un taller y se encuentra a 400 m de este. En ese momento comenzamos a contar el tiempo. Tras circular durante 2 minutos, a 2500 m del taller encuentra un

cruce en el que realiza el cambio de sentido, y, un minuto después, llega a una gasolinera a 300 m del cruce.

a) Dibuja la trayectoria seguida por el coche, indicando su posición en cada instante y tomando como referencia el taller.



b) Calcula el desplazamiento experimentado por el coche desde el instante inicial hasta que llega a la gasolinera, y el espacio recorrido en ese mismo intervalo de tiempo.

El desplazamiento del coche, será la diferencia entre ambas posiciones:

$$\Delta x = x_2 - x_0 = 2200 \text{ m} - 400 \text{ m} = 1800 \text{ m}$$

Sin embargo, el espacio recorrido total comprende 2100 m desde la posición inicial hasta el cruce, y 300 m desde el cruce hasta la gasolinera:

$$s = 2100 \text{ m} + 300 \text{ m} = 2400 \text{ m}$$

Los valores no coinciden porque, aunque es un movimiento rectilíneo, el coche cambia el sentido del movimiento.

9. Si el desplazamiento de un móvil es Δx = 48,3 m y su posición final es x_f = 13,2 m, ¿en qué posición se encontraba el móvil inicialmente? ¿Podemos afirmar que el objeto se ha desplazado hacia la derecha? Explícalo.

Calcula la posición inicial del móvil:

$$x_0 = x_f - \Delta x = 13{,}2 \text{ m} - 48{,}3 \text{ m} = -35{,}1 \text{ m}$$

El móvil se encontraba en un punto situado 35,1 a la izquierda del punto de referencia en el instante en que comenzamos a contar el tiempo. Su desplazamiento ha sido hacia la derecha, como indica el signo positivo de esta magnitud.

15. A las 14 h 36´ 50´´ un coche se encuentra circulando por una autovía a 1300 m de su punto de partida, y a las 14 h 52´ 36´´ se encuentra a 24500 m de éste.

a) ¿Cuál es el intervalo de tiempo transcurrido?

Entre ambos instantes de tiempo, han transcurrido 15 minutos y 46 segundos, o sea, 946 segundos.

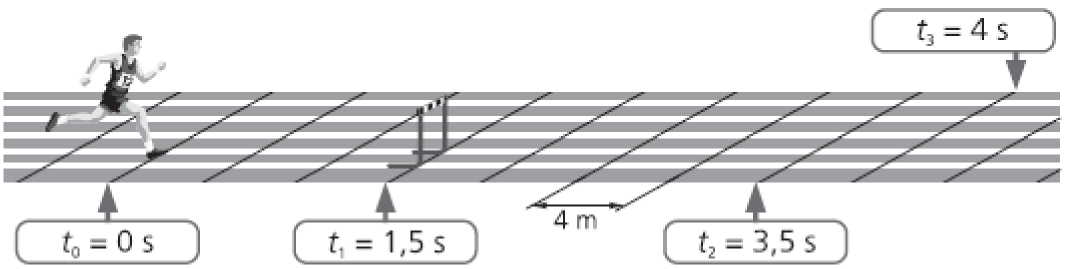
b) ¿Cuál es la velocidad media del móvil, expresada en m/s y en km/h?

La velocidad media se calculará a partir del cociente entre el desplazamiento, y el intervalo de tiempo transcurrido:

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_1 - x_0}{\Delta t} = \frac{24500\text{ m} - 1300\text{ m}}{946\text{ s}} =$$

$$= \frac{23200\text{ m}}{946\text{ s}} = 24{,}52\text{ m/s} = 88{,}3\text{ km/h}$$

18. En el dibujo se representa la posición de un corredor en diferentes instantes de tiempo durante una carrera.



a) Construye una tabla de datos posición-tiempo. Toma como punto de referencia la valla.

Los datos de posición y tiempo para el movimiento del corredor son:

x (m)	–12	0	16	20	4,25
t (s)	0	1,5	3,5	4	15

b) ¿De qué tipo es el movimiento? Haz los cálculos de velocidad media necesarios.

Si calculamos la velocidad para cada dos instantes de tiempo consecutivos, tenemos que la velocidad media es la misma en los distintos intervalos de tiempo considerados, lo cual pone de manifiesto que se trata de un movimiento uniforme:

• Desde t_0 = 0 s hasta t_1 = 1,5 s:

$$v_1 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0\text{ m} - (-12\text{ m})}{1{,}5\text{ s} - 0\text{ s}} = \frac{12\text{ m}}{1{,}5\text{ s}} = 8\text{ m/s}$$

• Desde t_1 = 1,5 s hasta t_2 = 3,5 s:

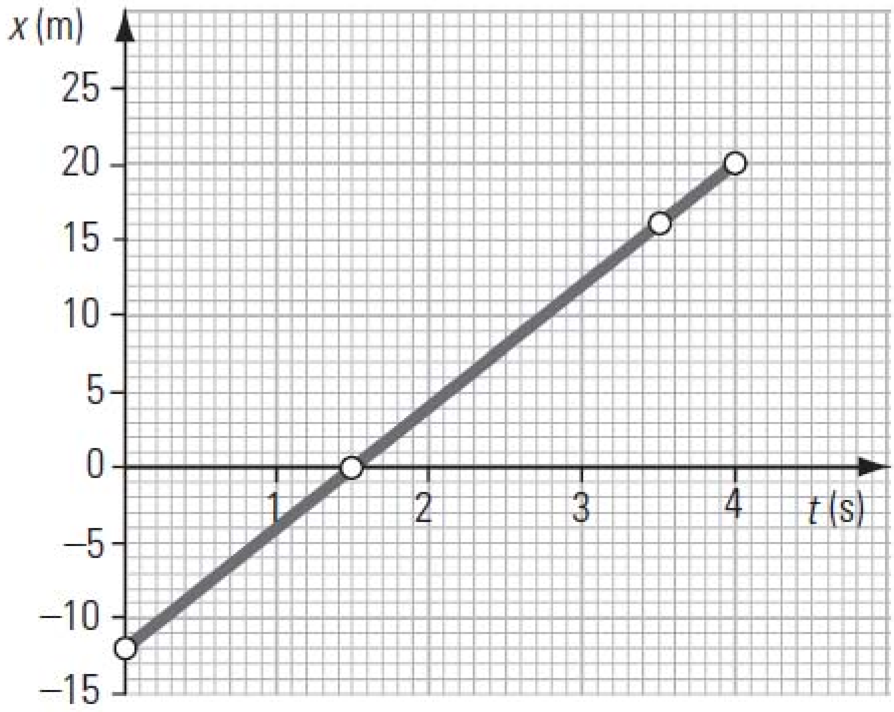
$$v_3 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20\text{ m} - 16\text{ m}}{4\text{ s} - 3{,}5\text{ s}} = 8\text{ m/s}$$

• Desde t_2 = 3,5 s hasta t_4 = 4 s:

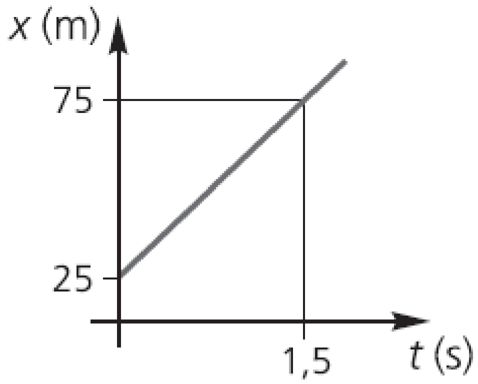
$$v_3 = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{20\text{ m} - 16\text{ m}}{4\text{ s} - 3{,}5\text{ s}} = 8\text{ m/s}$$

c) Representa los datos de la tabla. ¿Confirma la representación gráfica tu respuesta del apartado anterior?

La representación gráfica de los datos de posición frente al tiempo es una línea recta, tal y como corresponde a un movimiento uniforme. La línea es ascendente, lo cual indica que el corredor se desplaza hacia la derecha, y que la velocidad tiene signo positivo.



19. Fíjate en la siguiente gráfica de movimiento. ¿Son verdaderas o falsas estas afirmaciones?



a) Se trata de un movimiento uniforme.

Sí, el movimiento es uniforme porque se trata de una gráfica de posición frente al tiempo, en la que la dependencia entre ambas variables es de tipo lineal.

b) La posición inicial del móvil es de 75 m a la derecha del punto de referencia.

No, la posición inicial del móvil es 25 m a la derecha del punto de referencia. Se obtiene por el punto de corte con el eje de ordenadas.

c) La velocidad del móvil es de 3 m/s.

Si calculamos la velocidad a partir de los datos de la gráfica, comprobamos que no es cierto, pues la velocidad media es 33,3 m/s:

Para $t_0 = 0$ s → $x_0 = 25$ m.
Para $t_1 = 1,5$ s → $x_1 = 75$ m.

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0} = \frac{75\ \text{m} - 25\ \text{m}}{1,5\ \text{s} - 0\ \text{s}} = 33,3\ \text{m/s}$$

d) El móvil no pasa por el punto de referencia.

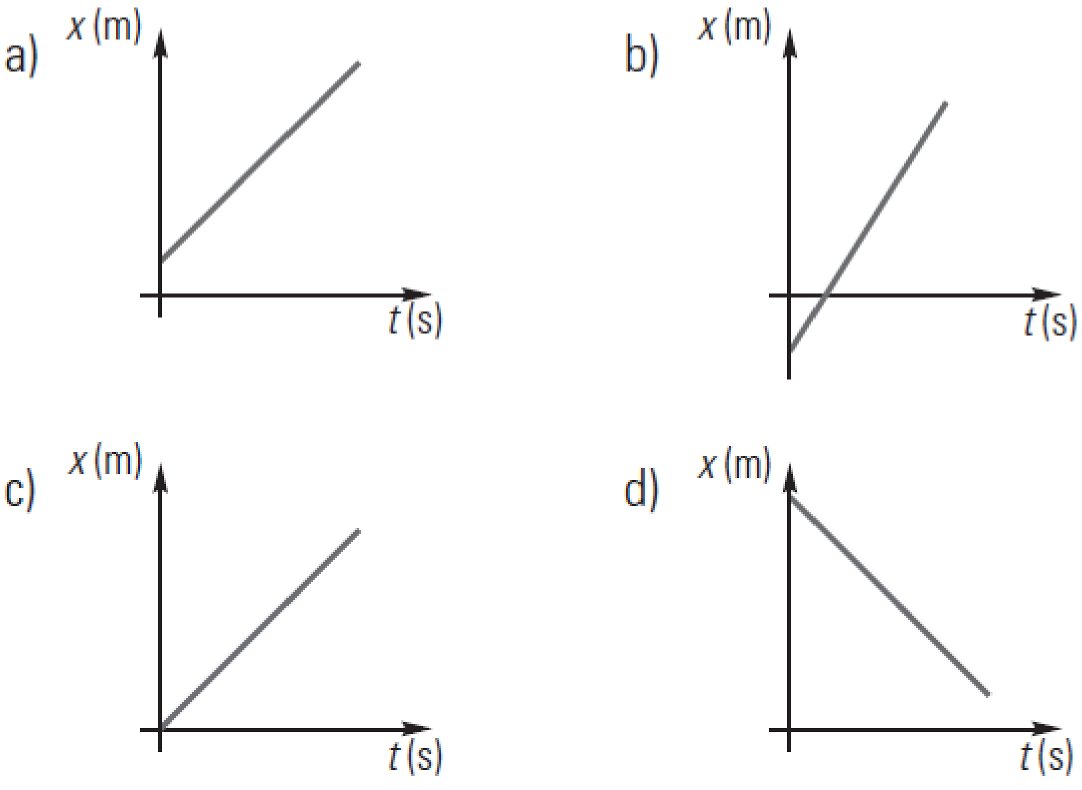
Es cierto, pues la gráfica no corta al eje de abscisas.

e) El móvil se desplaza hacia la izquierda.

No, el móvil se desplaza hacia la derecha, pues la pendiente de la gráfica es positiva, es decir, es una línea ascendente.

21. De las siguientes ecuaciones de movimiento, indica la que corresponde a cada una de las gráficas, justificando tu respuesta:

- $\boldsymbol{x = -100 + 4\,t}$
- $\boldsymbol{x = 50 - 10\,t}$
- $\boldsymbol{x = 6\,t}$
- $\boldsymbol{x = 10 + 2\,t}$



a) x = 10 + 2 t → La posición inicial del móvil es distinta de cero, y tiene signo positivo. La velocidad del móvil tiene signo positivo, pues se trata de una gráfica de pendiente positiva.

b) x = –100 + 4 t →La posición inicial del móvil es distinta de cero, y tiene signo negativo. La velocidad del móvil tiene signo positivo.

c) x = 6 t →La posición inicial del móvil es cero.

d) x = 50 – 10 t → La pendiente es negativa, por lo que también lo es la velocidad.

22. La siguiente ecuación x = 120 + 6 t describe matemáticamente el movimiento de un objeto que se desplaza horizontalmente a velocidad constante. Calcula:

a) El instante de tiempo en que el móvil se encontrará en la posición x = 360 m.

Despejando de la ecuación el tiempo, y sustituyendo x = 360 m obtenemos:

$$x = 120 + 6\,t \rightarrow t = \frac{x - 120}{6} = \frac{360\ \text{m} - 120\ \text{m}}{6\ \text{m/s}} = 40\ \text{s}$$

b) La posición en la que se encontrará el móvil cuando t = 2 min.

Del mismo modo, sustituyendo t = 2 min = 120 s calcularemos la posición del móvil en ese instante:

$$x = 120 + 6\,t \quad \rightarrow \quad x = 120\ \text{m} + 6\ \text{m/s} \cdot 120\ \text{s} = 840\ \text{m}$$

El móvil se encontrará a 840 m a la derecha del punto de referencia.

c) El desplazamiento del móvil entre los instantes t_1 = 15 s y t_2 = 45 s.

Para calcular el desplazamiento, necesitamos conocer ambas posiciones previamente:

$$x_1 = 120 + 6 \cdot t_1 \quad \rightarrow \quad x_1 = 120\ \text{m} + 6\ \text{m/s} \cdot 15\ \text{s} = 210\ \text{m}$$

$$x_2 = 120 + 6\,t_2 \quad \rightarrow \quad x_2 = 120\ \text{m} + 6\ \text{m/s} \cdot 45\ \text{s} = 390\ \text{m}$$

El desplazamiento será:

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 390 \text{ m} - 210 \text{ m} = 180 \text{ m}$$

Entre esos instantes de tiempo, el móvil se ha desplazado 180 m hacia la derecha.

23. Un patinador se desplaza de un extremo a otro de una pista de hielo de 120 m de longitud con una velocidad constante de 8,5 m/s. Calcula:

a) El desplazamiento del patinador entre los instantes t_1 = 4 s y t_2 = 9 s.

b) El instante en que alcanza el centro de la pista.

c) El tiempo que invertirá en recorrer la pista.

Resuelve el ejercicio tomando como punto de referencia el extremo izquierdo de la pista y repite los cálculos suponiendo que el punto de referencia es un banderín que hay en el centro de la pista.

Escribiremos la ecuación de movimiento del patinador, tomando como punto de referencia el extremo izquierdo de la pista. De este modo, la posición inicial x_0 = 0, pues el patinador se encontrará en ese punto en el instante en que comenzamos a contar el tiempo, y la ecuación será:

$$x = x_0 + v \cdot t \qquad \rightarrow \qquad x = 8{,}5\, t$$

a) La posición en cada uno de los instantes indicados puede calcularse a partir de esta ecuación:

Para $t_1 = 4$ s → $x_1 = 8{,}5 \cdot t = 8{,}5 \text{ m/s} \cdot 4 \text{ s} = 34$ m.
Para $t_2 = 9$ s → $x_2 = 8{,}5 \cdot t = 8{,}5 \text{ m/s} \cdot 9 \text{ s} = 76{,}5$ m.

El desplazamiento entre esos instantes será:

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 76{,}5 \text{ m} - 34 \text{ m} = 42{,}5 \text{ m}$$

b) Para calcular el instante en que el patinador alcanza el centro de la pista, sustituimos la posición x por 60 m, que se corresponde con el valor de la posición en ese punto, y despejamos:

$$60 = 8{,}5\, t \rightarrow t = \frac{60 \text{ m}}{8{,}5 \text{ m/s}} = 7{,}1 \text{ s}$$

c) Podemos calcular el tiempo que invierte el patinador en recorrer la pista completa, sustituyendo el valor x = 120 m en la ecuación anterior:

$$120 = 8{,}5\,t \rightarrow t = \frac{120\text{ m}}{8{,}5\text{ m/s}} = 14{,}1\text{ s}$$

Si repetimos los cálculos, considerando que el punto de referencia se encuentra en el centro de la pista, en el instante inicial el patinador se encontrará a 60 m a la izquierda del mismo, por lo que su posición inicial será $x_0 = -60$ m.

De acuerdo con esto, la ecuación de movimiento que debemos usar será:

$$x = x_0 + v \cdot t \qquad \rightarrow \qquad x = -60 + 8{,}5\,t$$

Repetimos los cálculos, pero considerando esta nueva ecuación de movimiento:

a) La posición en cada uno de los instantes indicados puede calcularse a partir de esta ecuación:

Para $t_1 = 4$ s:

$$x_1 = -60 + 8{,}5\,t = -60\text{ m} + 8{,}5\text{ m/s} \cdot 4\text{ s} = -26\text{ m}$$

Para $t_2 = 9$ s:

$$x_2 = -60 + 8{,}5\text{ t} = -60\text{ m} + 8{,}5\text{ m/s} \cdot 9\text{ s} = 16{,}5\text{ m}$$

El desplazamiento entre esos instantes será:

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 16{,}5\text{ m} - (-26\text{ m}) = 42{,}5\text{ m}$$

b) Para calcular el instante en que el patinador alcanza el centro de la pista, sustituimos la posición x por 0 m, que se corresponde con el valor de la posición en ese punto, que ahora coincide con el punto de referencia, y despejamos:

$$0 = -60 + 8{,}5\,t \rightarrow t = \frac{60\text{ m}}{8{,}5\text{ m/s}} = 7{,}1\text{ s}$$

c) Podemos calcular el tiempo que invierte el patinador en recorrer la pista completa, sustituyendo el valor $x = 60$ m en la ecuación anterior, que es la posición del otro extremo de la pista, respecto al nuevo punto de referencia:

$$60 = -60 + 8{,}5\,t \rightarrow t = \frac{120\text{ m}}{8{,}5\text{ m/s}} = 14{,}1\text{ s}$$

Como puede comprobarse, aunque los valores de posición sean diferentes, pues dependen del punto de referencia, los valores de desplazamiento y de tiempo no se afectan por el punto de referencia tomado.

25. Construye las gráficas *posición-tiempo* y *velocidad–tiempo*, para un móvil a partir de esta información:

a) Cuando t = 0, se encuentra a 10 m a la izquierda del punto de referencia.
b) En los primeros 45 s, se mueve hacia la derecha del punto de referencia con una velocidad tal que recorre 10 m en 4 s.
c) Desde los 45 s hasta los 60 s, se halla en reposo.
d) A los 60 s, inicia un movimiento rectilíneo uniforme de regreso a una velocidad de 3 m/s.
e) Se detiene 20 m a la izquierda del punto de referencia.

La gráfica de posición-tiempo para este móvil comprenderá varios tramos:

Tramo A: el móvil se desplaza hacia la derecha, partiendo de una posición inicial x_0 = –10 m, y moviéndose a la velocidad:

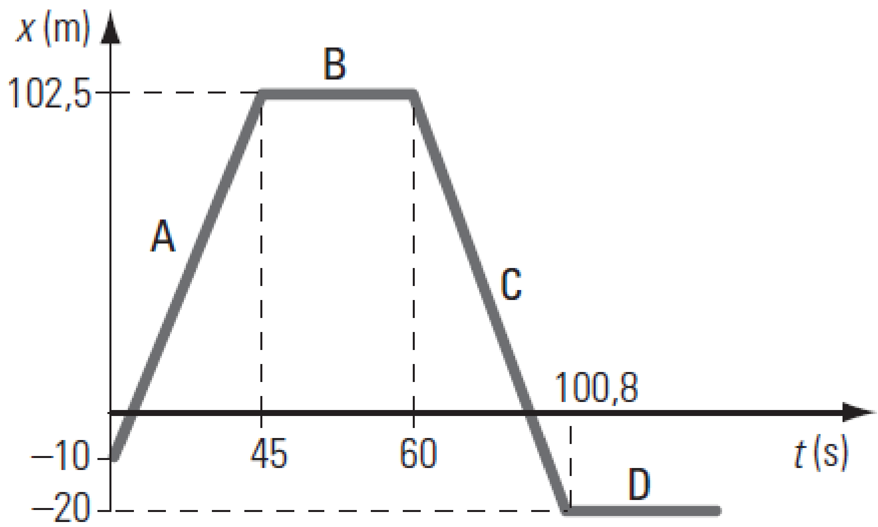
$$v_A = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{10\text{ m}}{4\text{ s}} = 2{,}5\text{ m/s}$$

Su ecuación de movimiento es: $x = -10 + 2{,}5\,t$.
Y su posición en t = 45 s será: $x = -10 + 2{,}5 \cdot 45 = 102{,}5$ m a la derecha del punto de referencia.

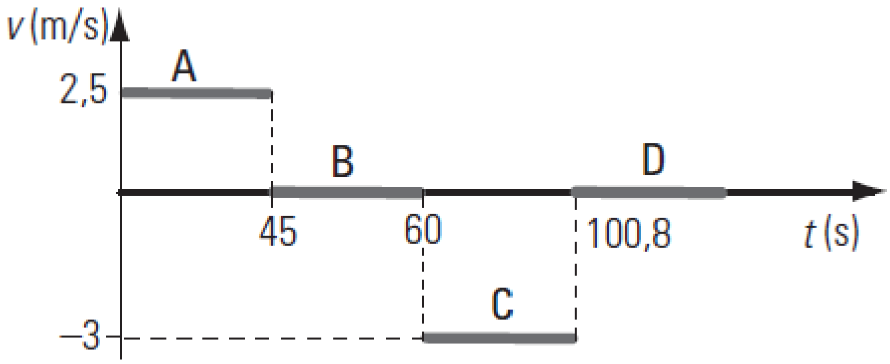
Tramo B: el móvil se halla en reposo hasta el instante t = 60 s, por lo que la gráfica será una línea horizontal, al no variar la posición.

Tramo C: el móvil ha cambiado el sentido del movimiento: se mueve hacia la izquierda con una velocidad v = –3 m/s, por lo que la gráfica tendrá pendiente negativa y la ecuación será ahora: $x = 102{,}5 - 3 \cdot (t - 60)$.

Tramo D: finalmente el móvil se detiene de nuevo, por lo que la gráfica será una línea horizontal en la posición x = –20 m, a partir del instante t = 100,8 s, que es cuando alcanza dicha posición.



Por su parte, la gráfica de velocidad será:



30. La ecuación que describe el movimiento de un coche en el momento en que va a efectuar un adelantamiento es:

$$\boldsymbol{x = 850 + 21\,t + 0{,}6\,t^{2}}$$

a) ¿De qué tipo de movimiento se trata?

De la ecuación se deduce que es un movimiento uniformemente variado porque existe una dependencia cuadrática entre la posición del móvil y el tiempo. Además, como el signo de la aceleración es positivo, indica que se trata de un movimiento acelerado.

b) Calcula la posición inicial del coche respecto al punto que hemos tomado como referencia.

El móvil se encontraba inicialmente en la posición x_0 = 850 m, es decir, a 850 m a la derecha del punto tomado como referencia.

c) Halla la velocidad inicial del coche y el valor de su aceleración.

En el instante inicial, la velocidad del móvil es v_0 = 21 m/s. El factor 0,6 es el resultado de haber dividido la aceleración por dos, de lo cual se deduce que la aceleración del móvil es a = 1,2 m/s^2.

d) ¿En qué posición se encontrará el coche cuando han transcurrido 5 segundos?

Sustituyendo en la ecuación de posición:

$$x = 850 \text{ m} + 21 \text{ m/s} \cdot 5 \text{ s} + 0{,}6 \text{ m/s}^2 \cdot (5 \text{ s})^2 = 970 \text{ m}$$

d) Escribe la ecuación de velocidad para este movimiento. La ecuación de velocidad será:

$$v = v_0 + a \cdot t \qquad \rightarrow \qquad v = 21 + 1{,}2\, t$$

Antes de escribir la ecuación, debemos calcular la aceleración, considerando que alcanza una velocidad de 151,2 km/h = 42 m/s en 2 min = 120 s:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{42 \text{ m/s}}{120 \text{ s}} = 0{,}35 \text{ m/s}^2 \rightarrow \text{Ecuación: } x = 0{,}175\, t^2$$

32. Dada la siguiente ecuación de movimiento:

$$\boldsymbol{x = 15\, t + 0{,}1\, t^2}$$

a) ¿Qué tipo de movimiento representa? Calcula la posición del móvil en el instante t = 12 s.

De la ecuación se deduce que es un **movimiento uniformemente variado**, porque existe una **dependencia cuadrática** entre la **posición** del móvil y el **tiempo**. Además, como el signo de la **aceleración** es **positivo**, indica que se trata de un **movimiento acelerado**.

A partir de la ecuación, sustituyendo el valor t = 12 s, podemos calcular la posición del móvil en ese instante:

$$x = 15 \text{ m/s} \cdot 12 \text{ s} + 0{,}1 \text{ m/s}^2 \cdot (12 \text{ s})^2 = 194{,}4 \text{ m}$$

b) ¿Cuál será el desplazamiento experimentado por el móvil entre los instantes t_1 = 5 s y t_2 = 15 s?

Si sabemos la posición en ambos instantes, podremos calcular el desplazamiento que ha tenido lugar:

Para t_1 = 5 s:

$$x_1 = 15\ \text{m/s} \cdot 5\ \text{s} + 0{,}1\ \text{m/s}^2 \cdot (5\ \text{s})^2 = 77{,}5\ \text{m}$$

Para t_2 = 15 s:

$$x_2 = 15\ \text{m/s} \cdot 15\ \text{s} + 0{,}1\ \text{m/s}^2 \cdot (15\ \text{s})^2 = 247{,}5\ \text{m}$$

El desplazamiento será:

$$\Delta x = x_2 - x_1 = 247{,}5\ \text{m} - 77{,}5\ \text{m} = 170\ \text{m}$$

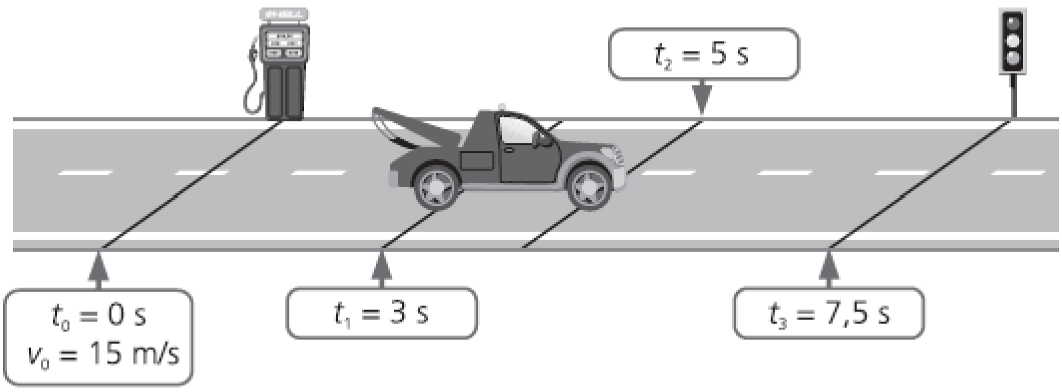
El móvil se ha desplazado 170 m hacia la derecha.

c) Escribe la ecuación de velocidad y calcula la velocidad que tendrá el móvil en el instante t = 6 s.

De la ecuación de posición se deduce que la aceleración vale 0,2 m/s^2. Entonces la ecuación de velocidad es:

$$v = v_0 + a \cdot t \rightarrow \quad v = 15 + 0{,}2 \cdot t$$
$$v = 15\ \text{m/s} + 0{,}2\ \text{m/s}^2 \cdot 6\ \text{s} = 16{,}2\ \text{m/s}$$

33. Una grúa que está circulando por la carretera a una velocidad de 15 m/s encuentra un semáforo en rojo y frena con una aceleración de 2 m/s^2.



a) Escribe sus ecuaciones de movimiento, tomando como referencia el surtidor de gasolina.

Si escribimos las ecuaciones de movimiento a partir de los datos que nos proporcionan, sabiendo que se trata de un **movimiento uniformemente retardado** (con **posición inicial cero**, **velocidad inicial** **15 m/s** y **aceleración** **–2m/s^2**), obtendremos:

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} a \cdot t^2 \rightarrow x = 15\,t - t^2$$

$$v = v_0 + a \cdot t \rightarrow v = 15 - 2\,t$$

b) Calcula la velocidad del vehículo en los instantes indicados. Construye con estos datos una tabla de valores v-t, y dibuja la gráfica correspondiente.

Usando la ecuación de velocidad, podemos calcular el valor de esta magnitud en los instantes indicados:

$$v = 15 - 2\,t$$

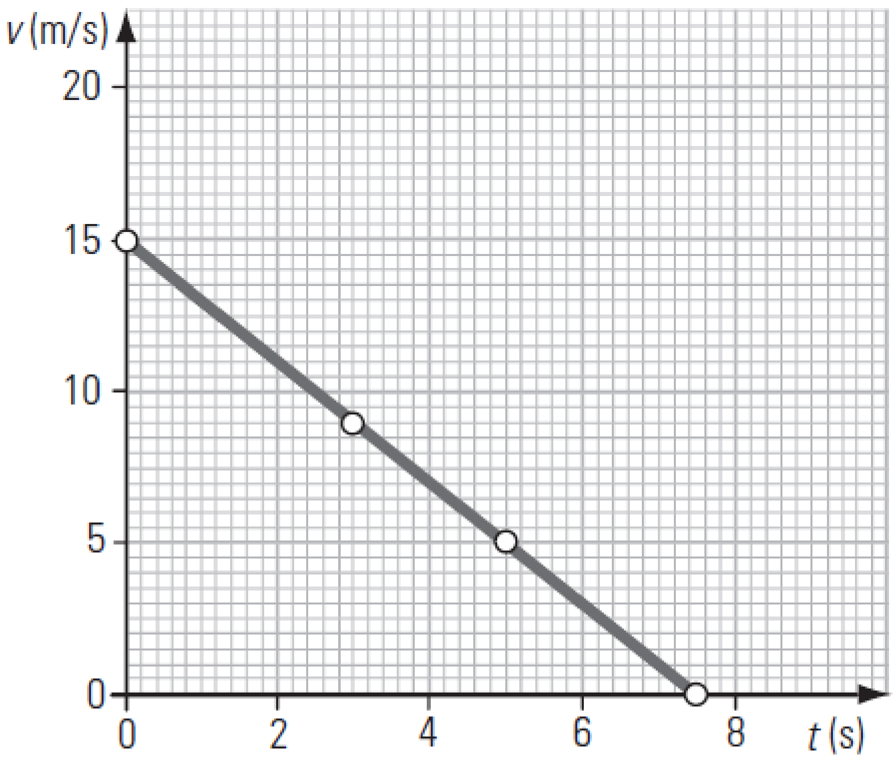
Para t_0 = 0 s → v_0 = 15 m/s.

Para t_1 = 3 s → v_1 = 15 m/s – 2 m/s2 · 3 s = 9 m/s.

Para t_2 = 5 s → v_2 = 15 m/s – 2 m/s2 · 5 s = 5 m/s.

Para t_3 = 7,5 s → v_3 = 15 m/s – 2 m/s2 · 7,5 s = 0 m/s.

***v* (m/s)**	15	9	5	0
***t* (s)**	0	3	5	7,5



La **gráfica** es una **línea recta descendente**, como corresponde a un **mur**.

c) ¿Qué distancia separa el surtidor del semáforo?

Como el punto de referencia se ha situado en el surtidor, si calculamos la posición del semáforo, el resultado indicará también la distancia entre ambos objetos.
Tan solo hemos de considerar que el móvil alcanza el semáforo en el instante t = 7,5 s, por lo que sustituiremos en la ecuación:

$$x = 15\,t - t^2$$

$$x = 15\text{ m/s} \cdot 7{,}5\text{ s} - 1\text{ m/s}^2 \cdot (7{,}5\text{ s})^2 = 56{,}25\text{ m}$$

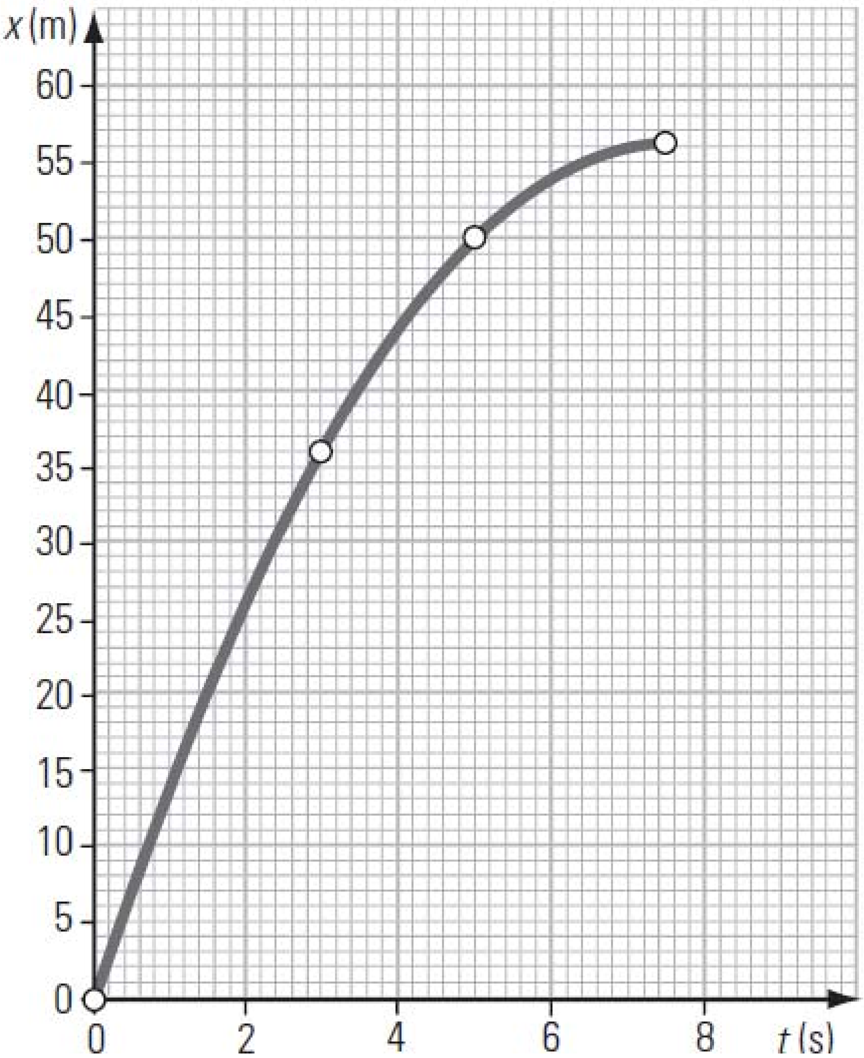
d) Realiza los cálculos de posición correspondientes a los mismos instantes de tiempo y representa la gráfica *x-t*. ¿Qué información se obtiene?

Si además calculamos la posición del vehículo en cada instante, construimos una tabla de valores, y representamos gráficamente, debemos obtener una línea curva, como corresponde a un **mur**.

Para t = 3 s → x = 15 m/s · 3 s – 1 m/s^2 · $(3\text{ s})^2$ = 36 m

Para t = 5 s → x = 15 m/s · 5 s – 1m/s^2 · $(5\text{ s})^2$ = 50 m

Para t = 7,5 s → x = 15 m/s · 7,5 s – 1m/s^2 · $(7{,}5\text{ s})^2$ = 56 m



36. Un paracaidista salta desde un avión que vuela a 2500 m de altura. Cae libremente durante 15 s y, en ese instante, abre su paracaídas y continúa la caída a una velocidad constante de 35 km/h. Halla el tiempo que tarda en llegar al suelo desde que se lanzó del avión.

El paracaidista describe dos movimientos, uno de caída libre durante 15 s, y un movimiento uniforme, con caída a la velocidad de 35 km/h = 9,7 m/s.

En caída libre, el paracaidista ha recorrido una distancia de:

$$s = 4{,}9\ t^2 = 4{,}9\ \text{m/s}^2 \cdot (15\ \text{s})^2 = 1102{,}5\ \text{m}.$$

Por lo que quedan por recorrer: 2500 m – 1102,5 m = 1397,5 m en caída con movimiento uniforme, con lo cual el tiempo empleado es:

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta x}{v_m} = \frac{1397{,}5\ \text{m}}{9{,}7\ \text{m/s}} = 144{,}1\ \text{s}$$

Por tanto, el tiempo que tarda en llegar al suelo es:

15 s + 144,1 s = 159,1 s, es decir, unos 2 minutos y 39 segundos.

40. Un móvil con movimiento circular uniforme tiene una frecuencia de 4 Hz y una velocidad lineal de 6 m/s.

a) Halla su velocidad angular. ¿Cuál es el radio de la trayectoria?

A partir de la frecuencia, podemos calcular la velocidad angular del móvil:

$$\omega = 2\pi \cdot f = 6{,}28 \text{ rad} \cdot 4 \text{ s}^{-1} = 25{,}1 \text{ rad/s}$$

El radio de la trayectoria se obtendrá de la relación entre la velocidad lineal y la angular:

$$v = \omega \cdot R \rightarrow R = \frac{v}{\omega} = \frac{6 \text{ m/s}}{25{,}1 \text{ rad/s}} = 0{,}24 \text{ m} = 24 \text{ cm}$$

b) Calcula el tiempo que tarda el móvil en recorrer un ángulo de 2 radianes.

El tiempo que tarda el móvil en recorrer 2 radianes será:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta\varphi}{\omega} = \frac{2 \text{ rad}}{25{,}1 \text{ rad/s}} = 0{,}08 \text{ s}$$

41. Un patinador de velocidad debe superar una marca de 20 s en una pista circular de 150 m de diámetro para clasificarse en una competición.

a) ¿Qué velocidad angular debe alcanzar? ¿A qué velocidad lineal equivale en este caso?

Considerando que debe tardar 20 s en dar una vuelta, que equivale a un ángulo de 2π = 6,28 rad, su velocidad angular debe ser constante e igual a:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{6{,}28 \text{ rad}}{20 \text{ s}} = 0{,}31 \text{ rad/s}$$

Que corresponde a una velocidad lineal:

$$v = \omega \cdot R = 0{,}31 \text{ rad/s} \cdot 75 \text{ m} = 23{,}25 \text{ m/s}.$$

b) Finalmente, el atleta logra alcanzar la velocidad de 88 km/h. ¿En cuánto queda establecida su marca?

Si su velocidad lineal ha sido v = 88 km/h = 24,4 m/s, la velocidad angular que corresponde es:

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{24{,}4}{75} = 0{,}33 \text{ rad/s}$$

Por tanto, a esta velocidad, el atleta da la vuelta a la pista en un tiempo de 19 s.