04 -MOVIMIENTO EN UNA DIMENSIÓN

ANUNCIOS

1- Inscribirse en EVA en: "Grupo de teórico virtual"

2- Completar: "Encuesta sobre uso de clases virtuales"
Es a efectos estadísiticos…

3- Primer evaluación corta: Se realizará la próxima seman entre jueves y sábado 2 de abril.
Temas: Unidad 1 (leyes de escala, cifras significativas, análisis dimensional y estimaciones sencillas).

4.- 1er. Parcial: Viernes 13 de mayo hora 16:00.

5- Consultas: me voy a conectar 30 minutos antes de cada clase virtual por si tienen consultas a realizar, en todo caso puedo ampliar el rango o eventualmente poner una clase especial a coordinar.

6- La clase se va a grabar…

MOVIMIENTO RECTILÍNEO

Mecánica: *estudia relaciones* entre fuerza, materia y movimiento.
Cinemática: *parte de la mecánica que describe el movimiento.*

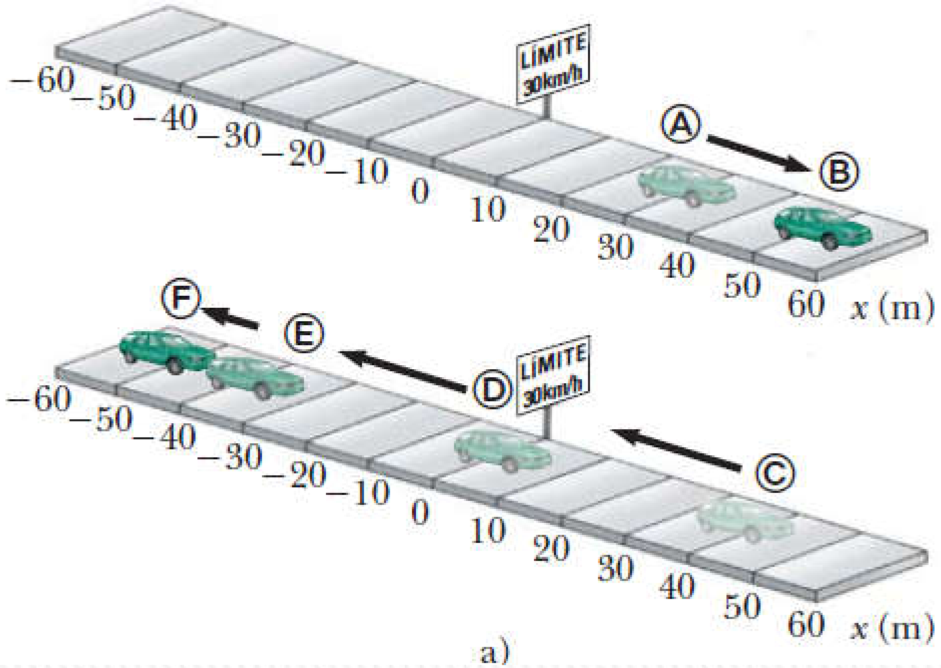
Movimiento más sencillo: **cuerpo que viaja en línea recta** (**cinemática unidimensional**).

Trabajaremos con diferentes tipos de cantidades físicas tales como distancia, desplazamiento, rapidez, *velocidad y aceleración.*

Algunas de ellas son del tipo ***escalar*** *(distancia, rapidez) las cuales quedan definidas sabiendo sólo su magnitud (su valor numérico y unidad), pero otras son* ***vectores*** *(desplazamiento, velocidad, aceleración), que para definirlas completamente además de su magnitud debo conocer su dirección y sentido.*

POSICIÓN

Para describir el movimiento de un objeto, primero debemos poder describir su posición: **dónde se encuentra en un momento determinado:** debo especificar su posición respecto con un **marco de referencia** conveniente (sistema de coordenadas ortogonales).



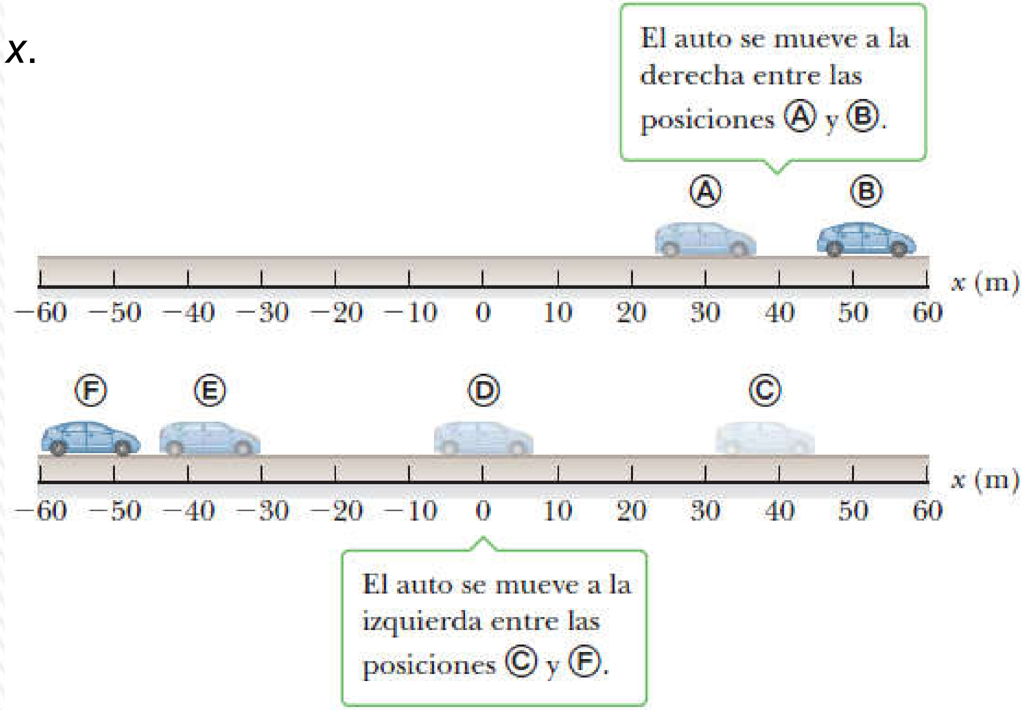
En un movimiento unidimensional, (sobre una recta) basta establecer un punto como origen y un sentido determinado como positivo, la recta la defino como eje "x".
El automóvil en cierto instante estaba en la posición A (x = 30 m) y luego, en otro instante en la posición B (x= 50 m).

La Tierra se usa a menudo como marco de referencia, y a menudo describimos la posición de un objeto en relación con los objetos estacionarios en ese marco de referencia.

Desplazamiento

Como dijimos, para describir el movimiento necesitamos de un **sistema coordenado conveniente** y **un origen** específico.

Un automóvil se traslada a lo largo del eje *x*. Las coordenadas del auto en cualquier momento describen su posición en el espacio.



Desplazamiento Δx de un objeto: *se define como su* ***cambio de posición,*** ***dado por***

$$\Delta x = x_f - x_i$$

x_i posición inicial del auto *y*

x_f *la posición final*

Se usa la letra griega delta Δ, para indicar un cambio en cualquier cantidad física

Δx ("delta equis") es positiva $x_f > x_i$ y negativa si $x_f < x_i$.

El auto se mueve de A hasta B, posición inicial x_i = *30 m y posición* final x_f =*52 m,*

$\Delta x = x_f - x_i = 52\ m - 30\ m = 22\ m.$

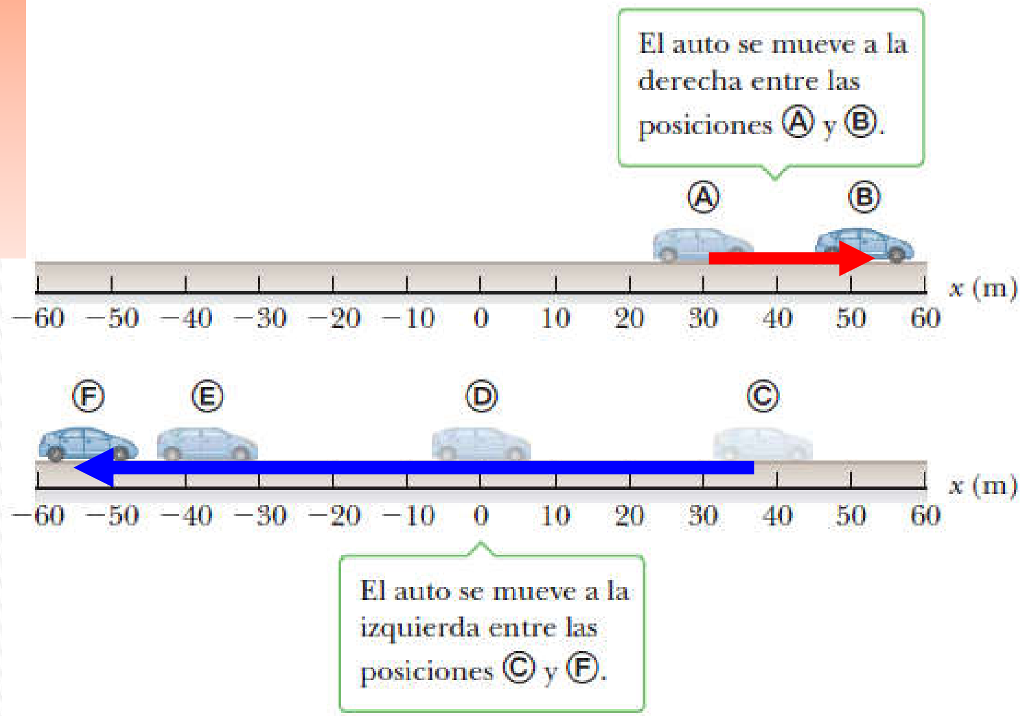
Si el auto se mueve desde C hasta F , en tal caso x_i = *38 m y* x_f *= -53 m, entonces*

$\Delta x = x_f - x_i = -53\ m - 38\ m = -91\ m$

Desplazamiento

Si Δx es positivo indica un desplazamiento en la dirección x positiva, mientras que un valor negativo indica desplazamiento en la dirección *x negativa.*

El desplazamiento es la distancia en línea recta entre dos puntos, junto con la dirección y sentido del punto de partida a la posición final.



El desplazamiento es una **magnitud vectorial:** un vector tiene tanto magnitud (o módulo) como dirección y sentido.
Por ejemplo, en el 1er. caso el auto realiza un desplazamiento de 22 m según la dirección del eje x, en el sentido positivo (de izquierda a derecha)-
En el 2do. caso el auto realiza un desplazamiento de 91 m según la dirección del eje x, en el sentido negativo (de derecha a izquierda).

Distancia

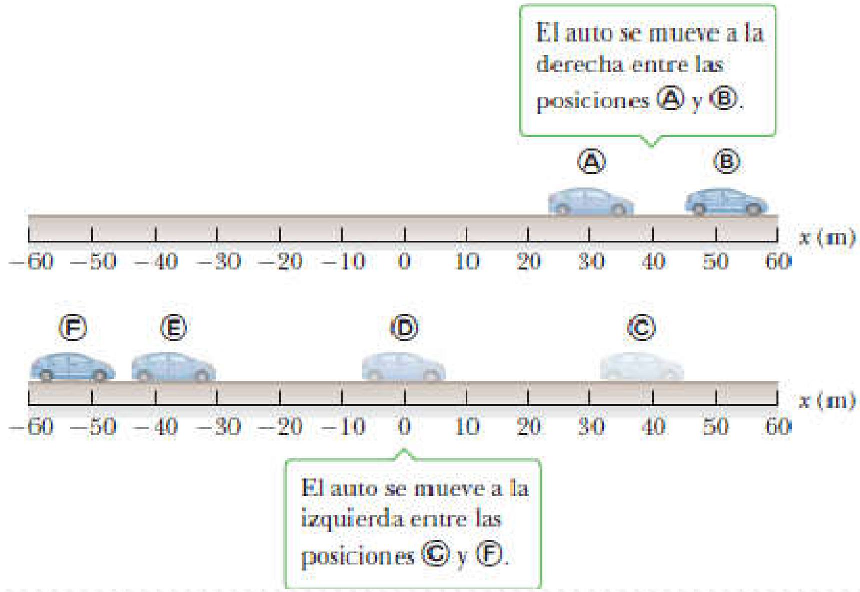
Distancia: *longitud total del trayecto* recorrido al moverse de un lugar a otro. La distancia es una **cantidad escalar**, sólo tiene magnitud (tamaño o módulo), mientras que el desplazamiento es un vector, tiene además dirección y sentido.

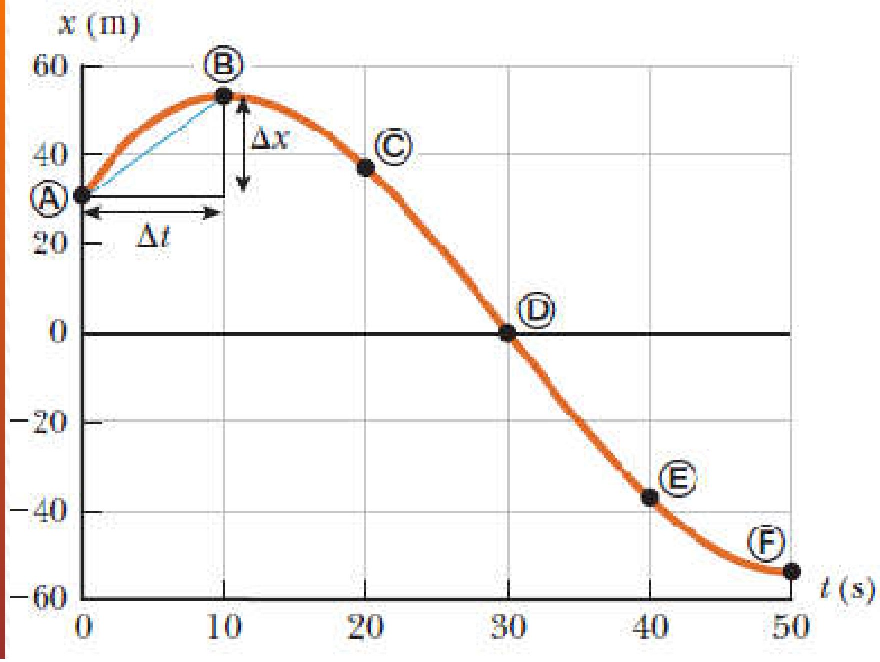
El desplazamiento de un objeto *no* es lo mismo que la distancia que recorre.
Si lanzamos una pelota hacia arriba y la vuelvo a atrapar, la pelota recorre una *distancia* igual a dos veces la altura máxima que alcanza, pero su d*esplazamiento* es cero

.

Posición en función del tiempo

Un automóvil que se desplaza en línea recta hacia adelante y hacia atrás.
Defino eje *x* en dirección en que se mueve.
Para distintos instantes (diferentes *t*), el automóvil está en distintas posiciones *x*, por lo que la posición *x* depende del instante *t* considerado, es decir que *x* es una función de *t*, podemos escribir que: ***x(t)***
Esta función se le llama **ley horaria**





Podemos representar gráficamente esta función *x(t)* que me da las distintas posiciones (valores de *x*) para los diferentes instantes (valores de *t*).

Rapidez y velocidad media

En el uso cotidiano, los términos *rapidez* y *velocidad* los usamos en forma indistinta. Sin embargo, en física existe una distinción evidente entre ellos: rapidez es una cantidad escalar, sólo tiene magnitud, mientras que la velocidad es un vector, pues tiene magnitud , dirección y sentido.

¿Por qué la velocidad es un vector? Si quiero ir a una ciudad a 70 km de distancia en el tiempo de una hora, no es suficiente conducir con una rapidez de 70 km/h; también necesito viajar en la dirección y sentido correctos.

Rapidez media o promedio de un objeto en un intervalo de tiempo determinado es la distancia total recorrida dividida entre el tiempo total transcurrido

$$Rapidez\ media = \frac{distancia\ total}{tiempo\ total}$$

Velocidad media o promedio es una cantidad vectorial, definida como el cociente entre el desplazamiento y el intervalo de tiempo *Δt* en el que se realiza el mismo:

$$v_m \equiv \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_i}{t_f - t_i}$$

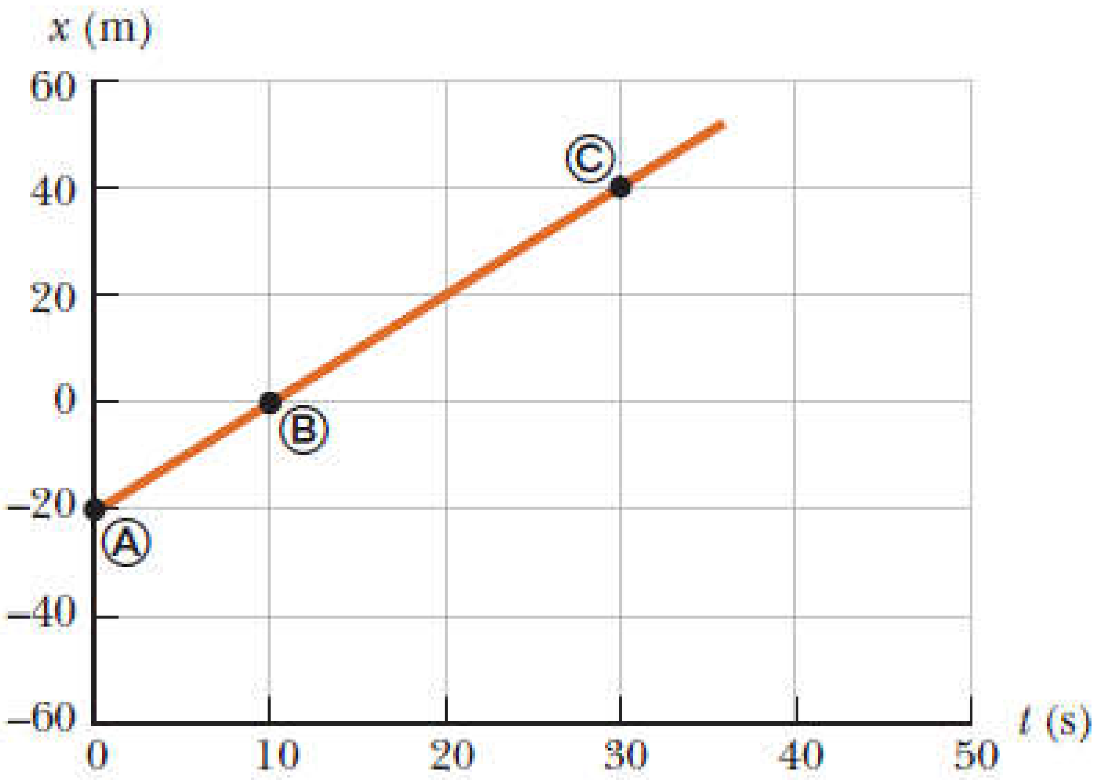
Tanto la rapidez como la velocidad media tienen como unidad en el S.I. el m/s

Interpretación gráfica de la velocidad

Si el automóvil se mueve a lo largo del eje *x* desde A hasta B y luego hasta C, y así sucesivamente, se pueden dibujar las posiciones de estos puntos como una función del tiempo transcurrido desde el inicio del movimiento.

El resultado es una **representación gráfica de la posición vs. tiempo** como se muestra en la figura.

Se representa la ley horaria *x(t)*.



La gráfica es una **línea recta** si el automóvil se mueve con velocidad constante.
El mismo desplazamiento Δx se presenta en cada intervalo de tiempo Δt.
En este caso, la **velocidad media** siempre es la misma y es igual a $\Delta x/\Delta t$.

Este cociente entre la variación de ordenadas (en nuestro caso Δx) *y la variación de abscisas (en este caso* Δt) se llama **pendiente de la recta.**
Desde el punto de vista geométrico es una medida de la inclinación de la recta, si la pendiente vale cero, la recta es horizontal, a mayor pendiente más se inclina la recta hacia la vertical….

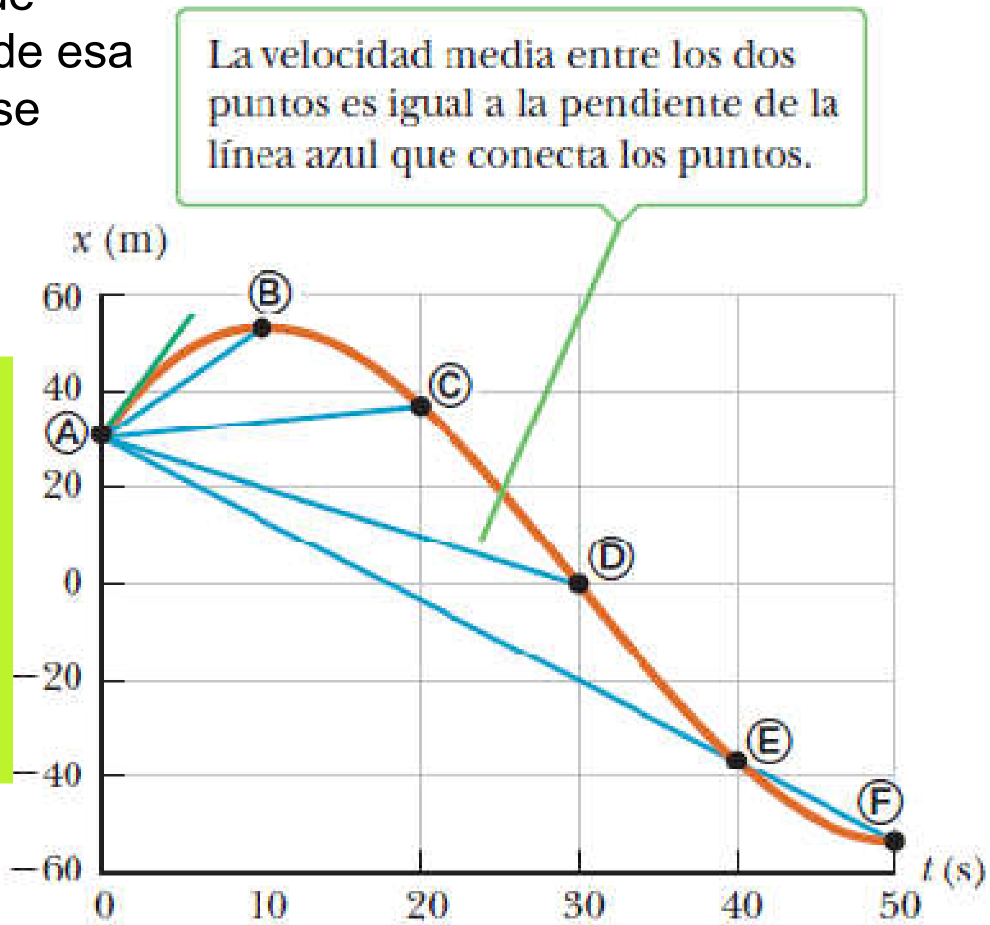
Interpretación gráfica de la velocidad

Supongamos que un automóvil tiene las distintas posiciones A, B, C, D, E y F:

Posición	t (s)	x (m)
A	0	30
B	10	52
C	20	38
D	30	0
E	40	−37
F	50	−53

La gráfica posición *vs.* tiempo no es una línea recta ya que la velocidad del auto está cambiando

Entre dos puntos cualesquiera se puede dibujar una línea recta, y la pendiente de esa recta es la velocidad media $\Delta x/\Delta t$ en ese intervalo de tiempo.



En general, **la velocidad media de un objeto durante el intervalo de tiempo Δt es igual a la pendiente de la línea recta que une los puntos inicial y final en una gráfica de la posición del objeto en términos del tiempo.**

Velocidad instantánea

Interesa conocer la rapidez, dirección y sentido que el auto tiene en un instante particular del tiempo, que determinan su **velocidad instantánea.**

Al conducir un automóvil entre dos puntos, la velocidad promedio debe calcularse en un intervalo de tiempo, pero la magnitud de la velocidad instantánea puede leerse en el velocímetro del automóvil.

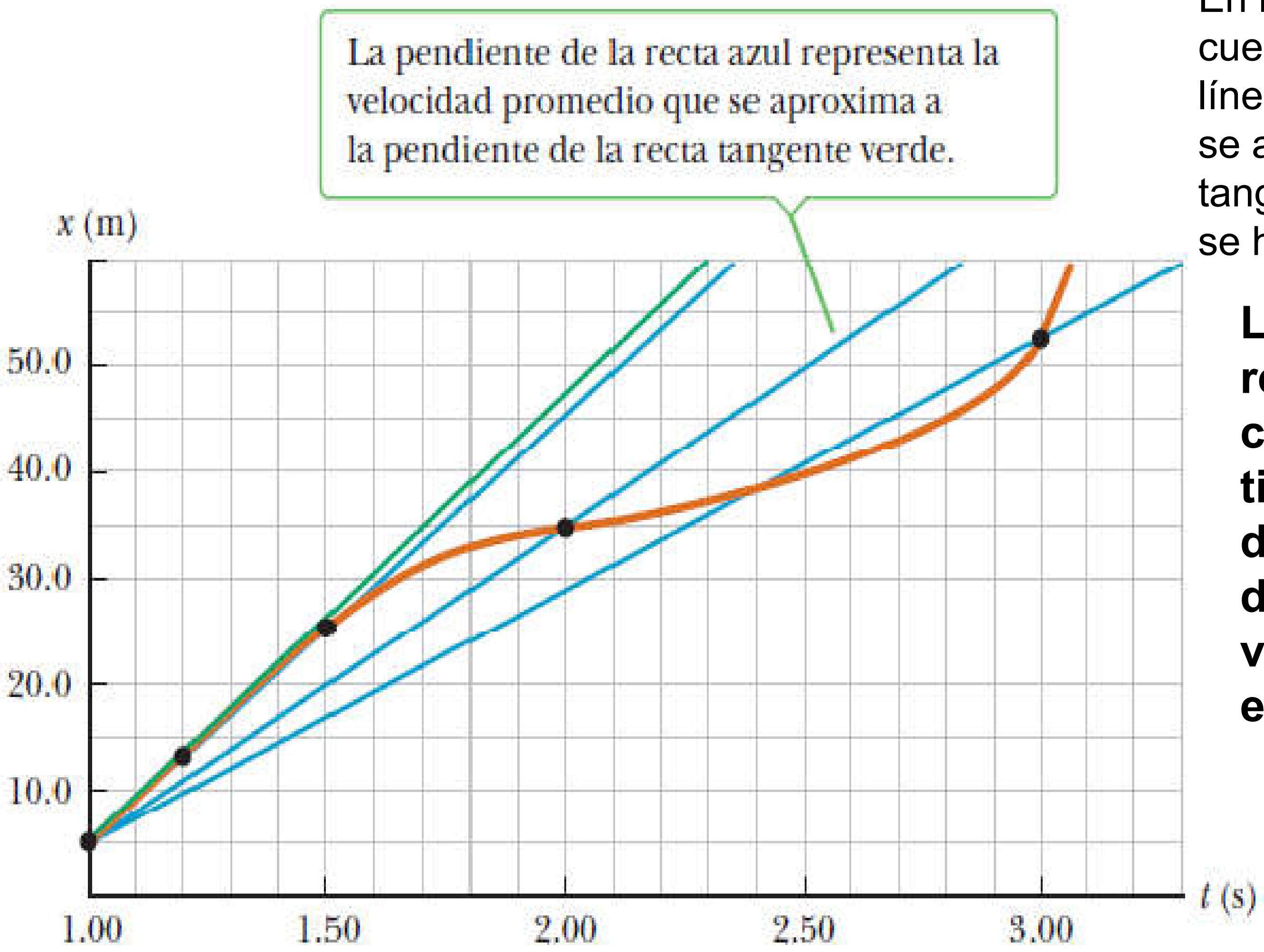
La **velocidad instantánea *v*** es igual a la velocidad media cuando el intervalo de tiempo Δt se hace muy pequeño (estrictamente es prácticamente nulo).

Una forma matemática más precisa de definirla es como el límite de la velocidad media cuando el intervalo de tiempo Δt se hace infinitesimalmente pequeño:

$$v \equiv \lim_{\Delta t \to 0} v_m = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

El intervalo de tiempo Δt nunca llega a cero; pero *se aproxima* a cero. Técnicamente la velocidad instantánea aún es una velocidad media; sin embargo, un Δt tan pequeño es básicamente un promedio “en un instante de tiempo” y, por ello, la llamamos velocidad *instantánea*

Velocidad instantánea



En la figura se ve cómo las cuerdas formadas por las líneas azules gradualmente se aproximan a una recta tangente a medida que el Δt se hace más pequeño.

La pendiente de la recta tangente a la curva posición vs. tiempo en un "tiempo determinado" se define como la velocidad instantánea en ese tiempo.

La **rapidez instantánea** de un objeto, que es una cantidad escalar, se define como la **magnitud de la velocidad instantánea.**
Como la rapidez promedio, la rapidez instantánea (que por lo general llamaremos, simplemente "rapidez") no tiene dirección asociada.

Velocidad instantánea

Vimos que la velocidad instantánea es el límite de la velocidad media cuando el intervalo de tiempo se acerca a cero:

$$v \equiv \lim_{\Delta t \to 0} v_m = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

En notación de cálculo, este límite se llama *derivada de x respecto a t, que se escribe dx/dt :*

$$v = \frac{dx}{dt} \equiv \dot{x}$$

En física se acostumbra a escribir la derivada de una cierta variable respecto al tiempo, con la notación de colocar un punto sobre la variable.

Desde el punto de vista matemático, esto significa que **la velocidad instantánea es la derivada respecto al tiempo de la ley horaria *x*(*t*).**

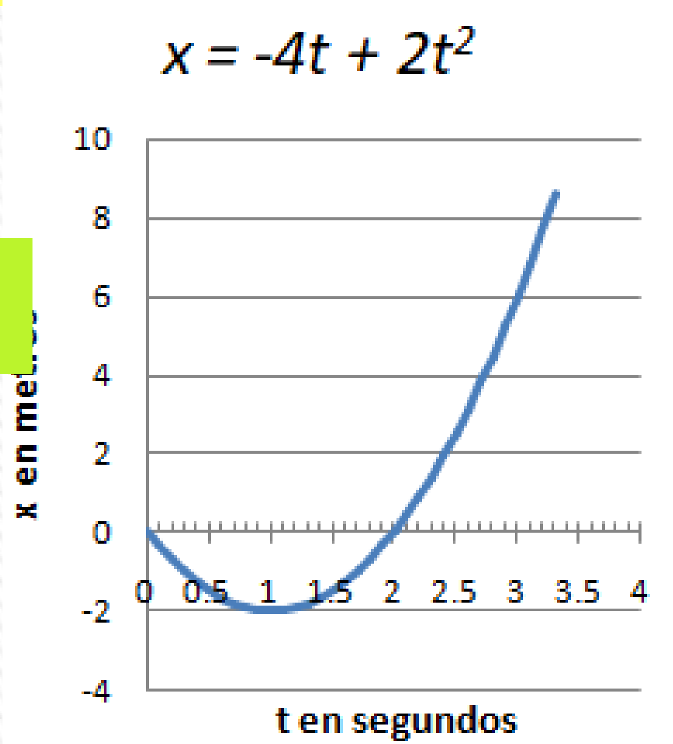
Ejemplo si la posición de un móvil está dado por la expresión $x(t) = 4t^2 - 3t + 10$ (donde *x* se expresa en metros y *t* en segundos), podemos calcular la expresión de la velocidad instantánea para cualquier instanta, *v(t)*, derivando con la expresión de *x* respecto al tiempo:

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}(4t^2 - 3t + 10) = 8t - 3$$

Esta expresión me determina cuánto vale la velocidad instantánea en cualquier instante *t*

Ejemplo: velocidad media e instantánea

Una partícula se mueve a lo largo del eje *x. Su posición varía con el tiempo* de acuerdo con la expresion $x = -4t + 2t^2$, *donde x está en metros y t está en* segundos.



a) *Determine el desplazamiento de la partícula en los intervalos de tiempo: t=0 a t=1 s y t =1 s a t =3 s.*

Aunque no lo pide, construimos la gráfica posición-tiempo para este movimiento:

Se puede ver que la partícula se mueve en la dirección *x negativa durante el* primer segundo de movimiento, en el momento *t =1 s está momentáneamente* en reposo y se mueve en la dirección *x positiva en tiempos t >1 s.*

Atención!!!: la partícula no se mueve en una trayectoria curva en el espacio, tal como la que muestra la curva azul de gráfica, se mueve sólo a lo largo del eje *x* en una dimensión

El desplazamiento se define como $\Delta x = x(t_F) - x(t_I)$

Entonces calculo las posiciones para los distintos instantes:

$x(0) = -4(0) + 2(0)^2 = 0$; $x(1) = -4(1) + 2(1)^2 = -4+2 = -2$ $x(3) = -4(3) + 2(3)^2 = -12+18 = 6$

$\Delta x_{0-1} = x(1) - x(0) = -2 - (0) = -2$ m

$\Delta x_{1-3} = x(3) - x(1) = 6 - (-2) = 8$ m

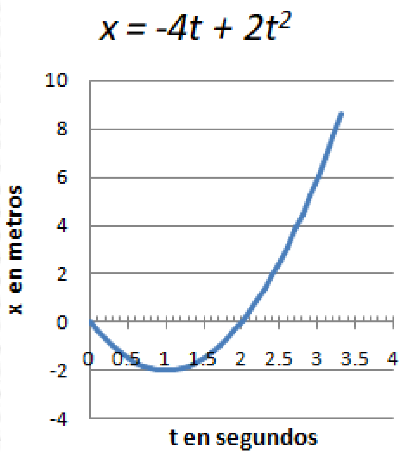
$\Delta x_{0-1} = -2$ m $\Delta x_{1-3} = 8$ m

Simplemente para facilitar la lectura, la expresión se escribe como $x = -4t + 2t^2$ en lugar de $x = (-4.00\ \text{m/s})t + (2.00\ \text{m/s}^2)t^{2.00}$. Cuando una ecuación resuma observaciones, considere que sus coeficientes tienen tantos dígitos significativos como otros datos citados en el problema. Considere que sus coeficientes tienen las unidades requeridas para una consistencia dimensional. Cuando inicie el cronómetro en $t = 0$, por lo general no se tiene la intención de limitar la precisión a un solo dígito.

Ejemplo: lanzamiento de una piedra

b) Calcule la velocidad promedio durante los dos intervalos de tiempo anteriores.

La velocidad media la calculamos como: $v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(t_F) - x(t_I)}{t_F - t_I}$



$$v_{m0-1} = \frac{\Delta x_{0-1}}{\Delta t} = \frac{-2}{1-0} = -2\ m/s$$

$$v_{m1-3} = \frac{\Delta x_{1-3}}{\Delta t} = \frac{8}{3-1} = 4\ m/s$$

Velocidades medias:
v_{m0-1}= -2 m/s; v_{m1-3}= 4 m/s

c) Encuentre la velocidad instantánea de la partíula en *t* =2,5 s.

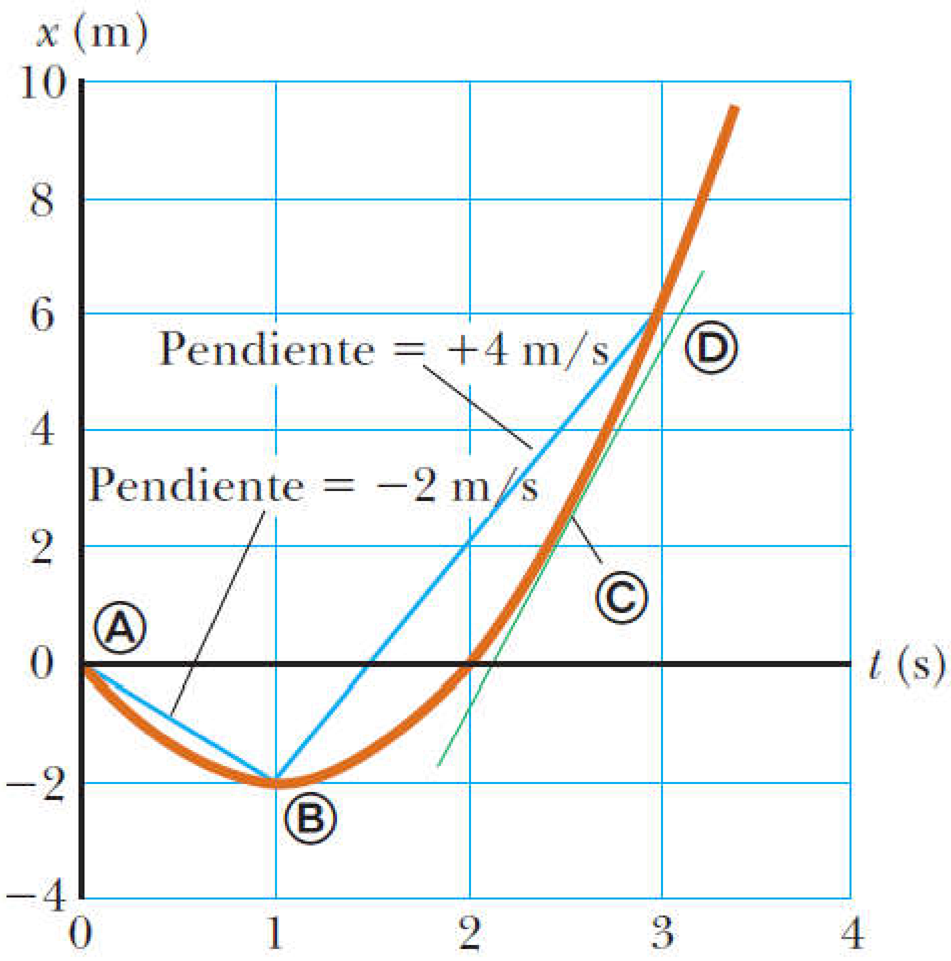
Primero determino la expresión de la velocidad instantánea

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}(-4t + 2t^2) = -4 + 4t$$

y ahora evalúo en *t* = 2,5 s

$$v(2{,}5) = -4 + 4(2{,}5) = -4 + 10 = 6\ m/s$$

$v(t = 2{,}5\ s) = 6\ m/s$



Observar lo siguiente:

$v_{m0\text{-}1}$ = -2 m/s es la pendiente de la recta A-B

$v_{m1\text{-}3}$= 4 m/s es la pendiente de la recta B-D

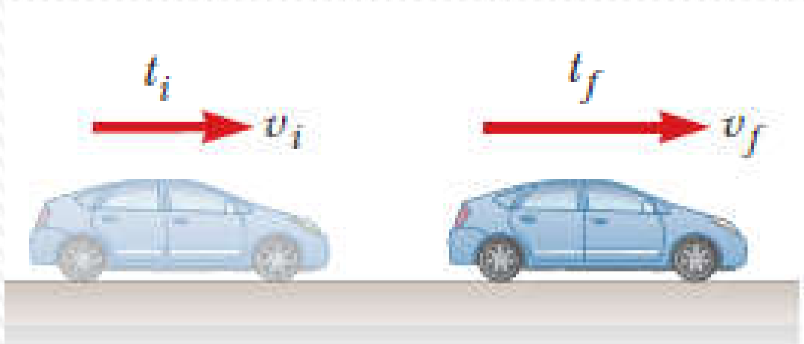
$v(t$ = 2,5 s) = 6 m/s es la pendiente de la recta tangente al punto C

Aceleración

Un automóvil difícilmente viaja distancias considerables con velocidad constante. La velocidad del automóvil se incrementa cuando pisa irme el acelerador y disminuye cuando aplica los frenos. Además, la velocidad también cambia cuando rodea una curva, alterando su dirección de movimiento.

El cambio de velocidad de un objeto al transcurrir el tiempo se le conoce como **aceleración**

Aceleración media



Un automóvil se mueve a lo largo de una ruta recta, en el instante t_i *tiene una velocidad de* v_i *y en el momento* t_f *su velocidad es* v_f*, con* $\Delta v = v_f - v_i$ y, $\Delta t = t_f - t_i$

La aceleración media a_m durante el intervalo de tiempo Δt es el cambio en la velocidad Δv dividida entre Δt:

$$a_m \equiv \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i}$$

Unidades SI: metros por segundo por segundo (m/s^2)

Aceleración media

Para un movimiento rectilíno, el sentido de la velocidad de un objeto y el sentido de su aceleración se relacionan como sigue:

- si la velocidad y aceleración tienen el mismo sentido, la rapidez se incrementa con el tiempo (aumenta su magnitud).
- si la velocidad y la aceleración tienen sentidos opuestos, la rapidez disminuye con el tiempo (disminuye su magnitud).

La aceleración negativa no necesariamente significa que un objeto esté disminuyendo su velocidad. Si la aceleración es negativa y la velocidad también es negativa,
¡el objeto está aumentando su rapidez!
La palabra ***desaceleración*** significa una reducción en la rapidez, una disminución de velocidad.

Aceleración instantánea

Como la aceleración media puede variar en intervalos de tiempo diferentes, debemos definir la **aceleración instantánea**, en forma similar a la velocidad instantánea.
Aceleración instantánea (*a*) límite de la aceleración media cuando el intervalo de tiempo *Δt* tiende a cero:

Usamos simplemente el término *aceleración* para referirnos a "aceleración instantánea".

$$a \equiv \lim_{\Delta t \to 0} a_m = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Aceleración instantánea como derivada de *v*(t)

La aceleración instantánea es el límite de la aceleración media cuando el intervalo de tiempo tiende a cero, este límite de cociente incremental cuando Δt tiende a cero, representa una derivada .

$$a = \lim_{\Delta t \to 0} a_m = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

Es decir que la aceleración instantánea es la derivada respecto al tiempo de la velocidad instantánea *v*(*t*).

Así como *v*(t) es la derivada de la ley horaria *x*(t) respecto al tiempo, la aceleración instantánea es la derivada de *v*(t) respecto al tiempo, entonces es la derivada segunda de *x* respecto a *t*

$$a = \frac{dv}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{dx}{dt}\right) = \frac{d^2x}{dt^2}$$

PREGUNTA RÁPIDA N° 1

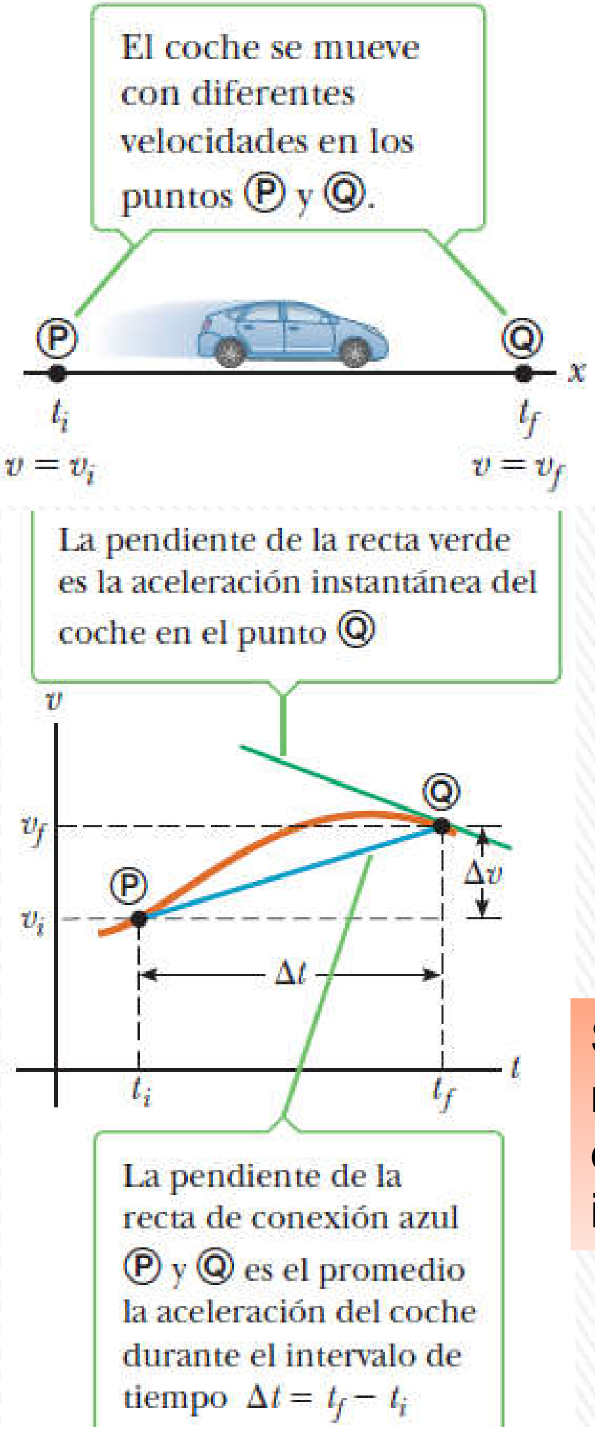
Una partícula se mueve en el eje x según la ecuación:

$x = 6t^2$ (x en m y t en s). Entonces:

1. La aceleración de la partícula es de 6 m/s^2.
2. En t = 1 s, su velocidad vale 6 m/s
3. En t= 2, se encuentra en x = 12 m.
4. Ninguna de las otras aseveraciones es correcta.

Respuesta correcta:

4) Ninguna de las otras aseveraciones es correcta.

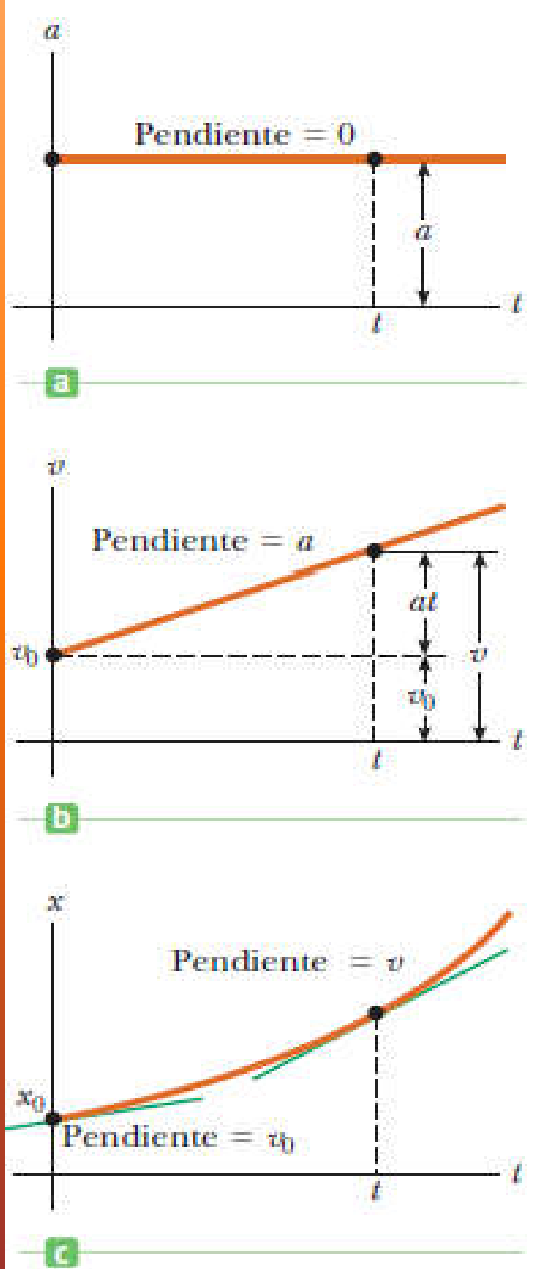


Aceleración instantánea

Gráfica de **velocidad vs. tiempo**, traza la velocidad de un objeto en términos del tiempo.
Por ejemplo, se representa el movimiento de un automóvil a lo largo de una calle con mucho tráfico.
La aceleración media del automóvil entre los tiempos t_i y t_f se puede hallar mediante la determinación de la pendiente de la recta que une los puntos P y Q.
Si pensamos que el punto P se acerca más y más al punto Q, la recta se aproxima cada vez más y se convierte en tangente en Q.
La **aceleración (instantánea) de un objeto en un tiempo determinado es igual a la pendiente de la recta tangente a la gráfica velocidad vs. tiempo en ese tiempo.**

Si la aceleración es constante en un movimiento rectilíneo, la gráfica velocidad *vs.* tiempo del movimiento es una línea recta y la aceleración instantánea es igual a su aceleración media.

Movimiento en una dimensión con aceleración constante



La gráfica de aceleración en función del tiempo para este caso se muestra en la figura a, y tenemos que la aceleración instantánea es igual a la aceleración media:

$$\mathbf{a = a_m}$$

La gráfica de la velocidad (instantánea) *v* en términos de *t es* una línea recta con pendientes ya sea positiva, cero, o bien, negativa (figura b).

La velocidad *v*(*t*) para un instante cualquiera está dada por:

$$v = v_0 + at$$

v_0 es la velocidad inicial
a es la aceleración, y puede ser positiva (si tiene el mismo sentido que v_0) negativa.

La posición para cualquier instante, *x(t)* está dada por:

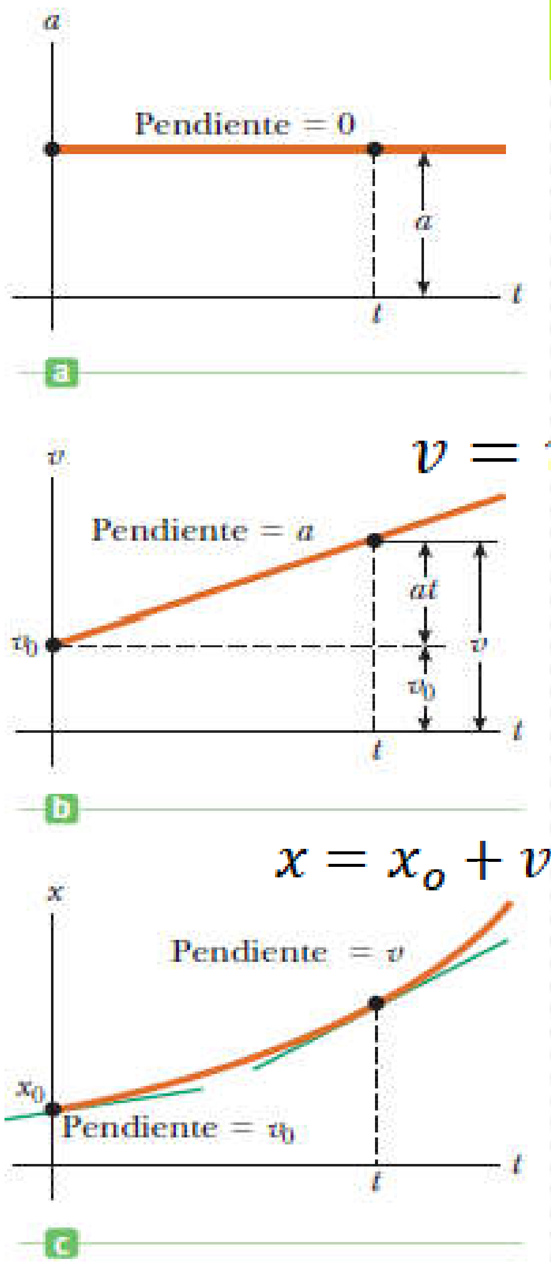
$$x = x_0 + v_o t + \frac{1}{2} a t^2$$

x_0 es la posición inicial, v_0 y *a*, la velocidad inicial y la aceleración respectivamente

Movimiento en una dimensión con aceleración constante

Otra expresión útil es poder expresar el desplazamiento Δx sin que aparezca explícitamente el tiempo, que reordenando se puede escribir como:

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$$



$$v = v_0 + at$$

Veamos las representaciones gráficas de la aceleración, la velocidad y la posición en función del tiempo

$$x = x_o + v_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

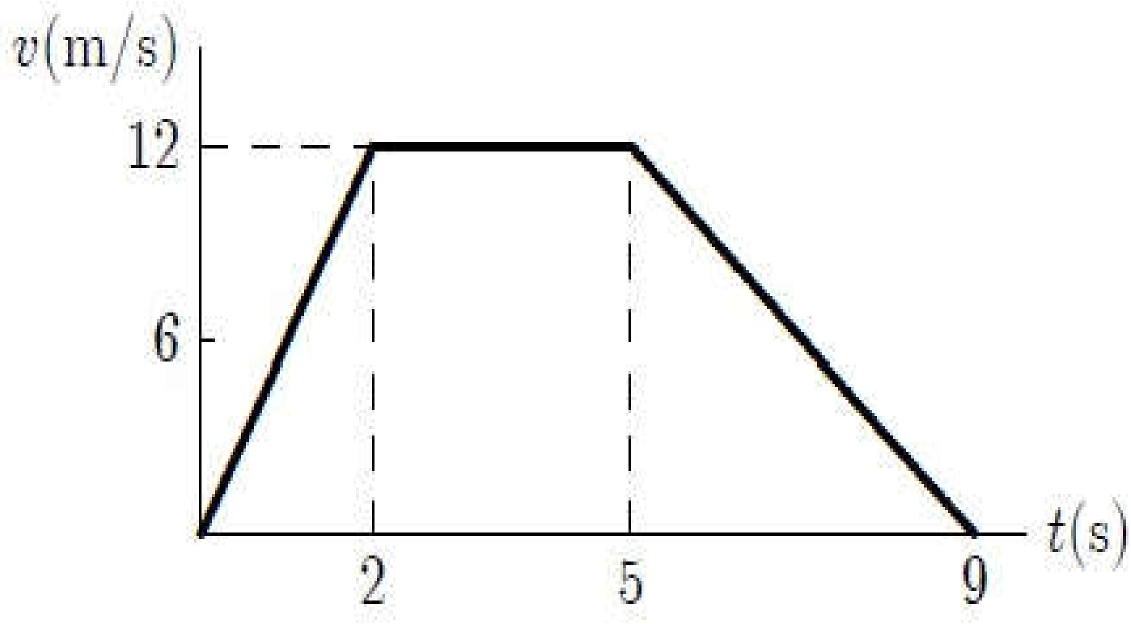
Notar que el área bajo la recta de la figura b es igual al desplazamiento Δx en el intervalo considerado.
Este resultado es general.

El área bajo la gráfica *v* en términos de *t* para cualquier objeto es igual al desplazamiento *Δx* del objeto.

PREGUNTA RÁPIDA Nº 2

Se representa el movimiento en línea recta de un móvil. ¿Cuánto recorre entre los 2 y 5 segundos?

1. 12 m.
2. 36 m.
3. 60 m.
4. Ninguna de las otras respuestas es correcta.



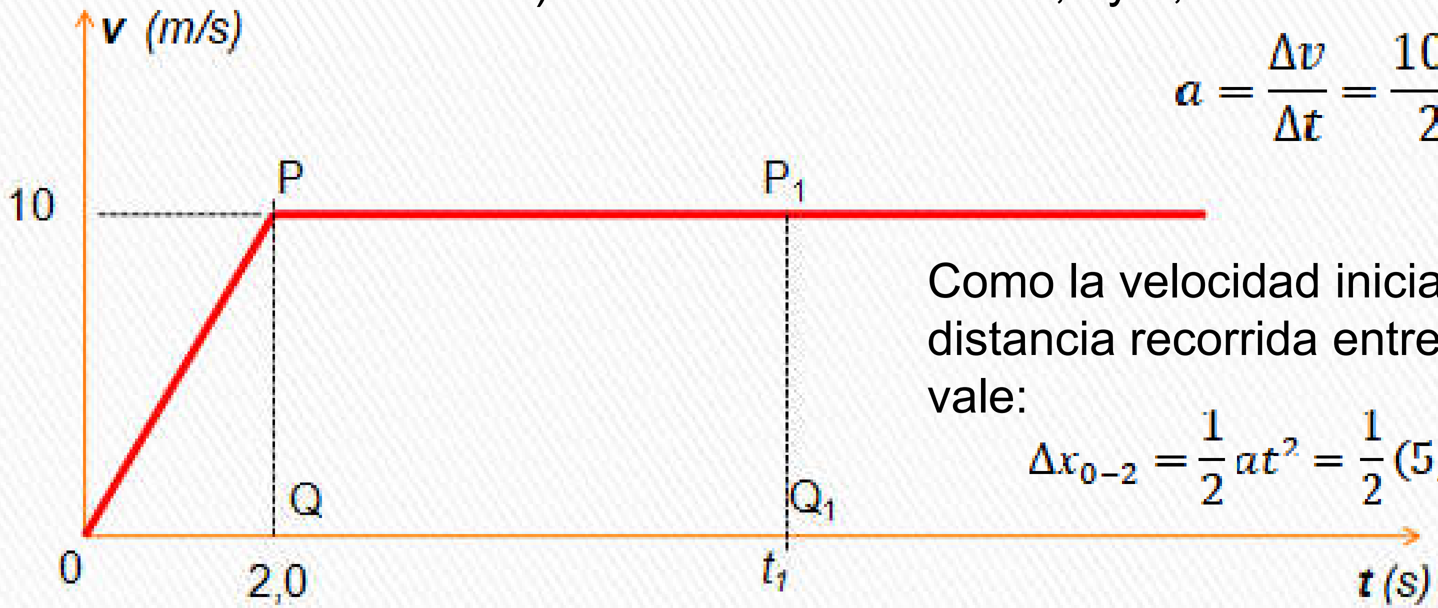
Respuesta correcta:
2) 36 m.

Ejemplo: Ejercicio 2.2

Un velocista promedio puede mantener una aceleración máxima durante 2,0 s cuando su rapidez máxima es de 10 m/s. Después de alcanzar su rapidez máxima, su aceleración es igual a cero y entonces avanza a rapidez constante.
Suponga que la aceleración es constante durante los primeros 2,0 s del recorrido, que parte del reposo y en línea recta.
a) ¿Qué distancia ha recorrido el velocista cuando alcanza su máxima rapidez?
b) ¿Cuál es la magnitud de su velocidad media en el recorrido de las siguientes longitudes: i) 50 m; ii) 100 m y ii) 200 m?

a) La aceleración entre 0,0 y 2,0 s es constante:

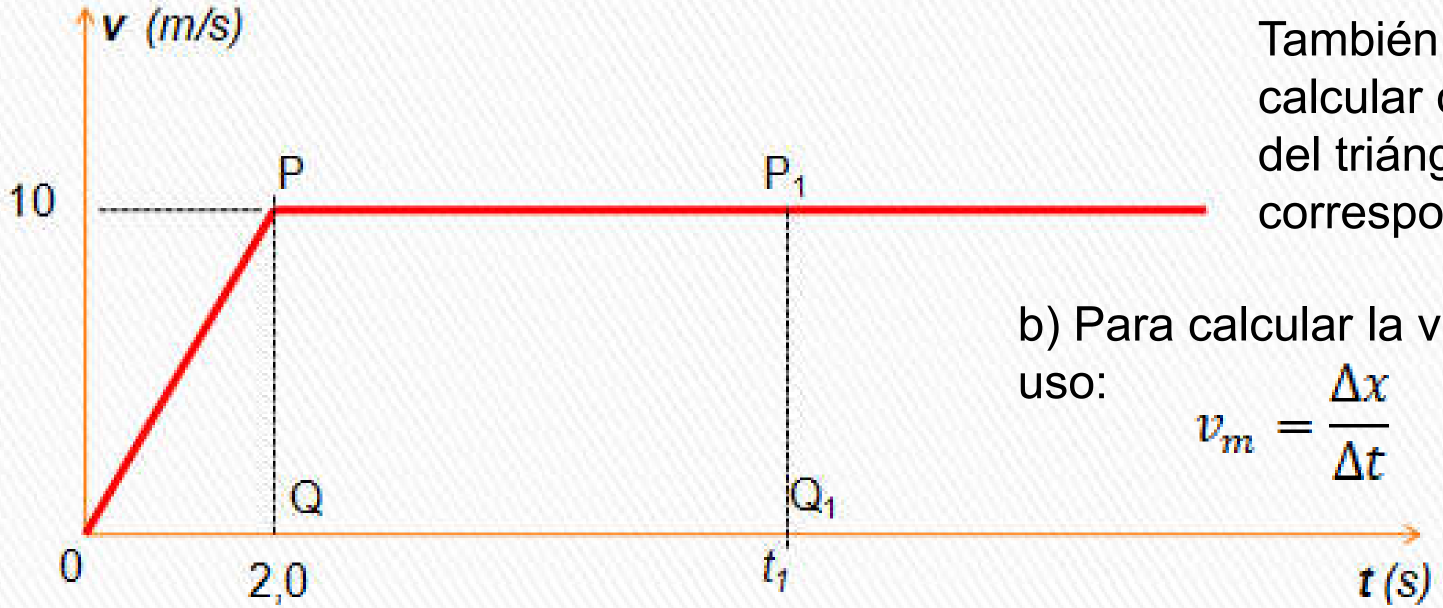
$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10\,m/s}{2,0\,s} = 5,0\,m/s^2$$



Como la velocidad inicial es nula, la distancia recorrida entre 0,0 y 2,0 s vale:

$$\Delta x_{0-2} = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}(5,0)(2,0)^2 = 10\,m$$

Ejemplo: Ejercicio 2.2



También se podía calcular como el área del triángulo 0PQ, que corresponde a 10 m

b) Para calcular la velocidad media uso:

$$v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

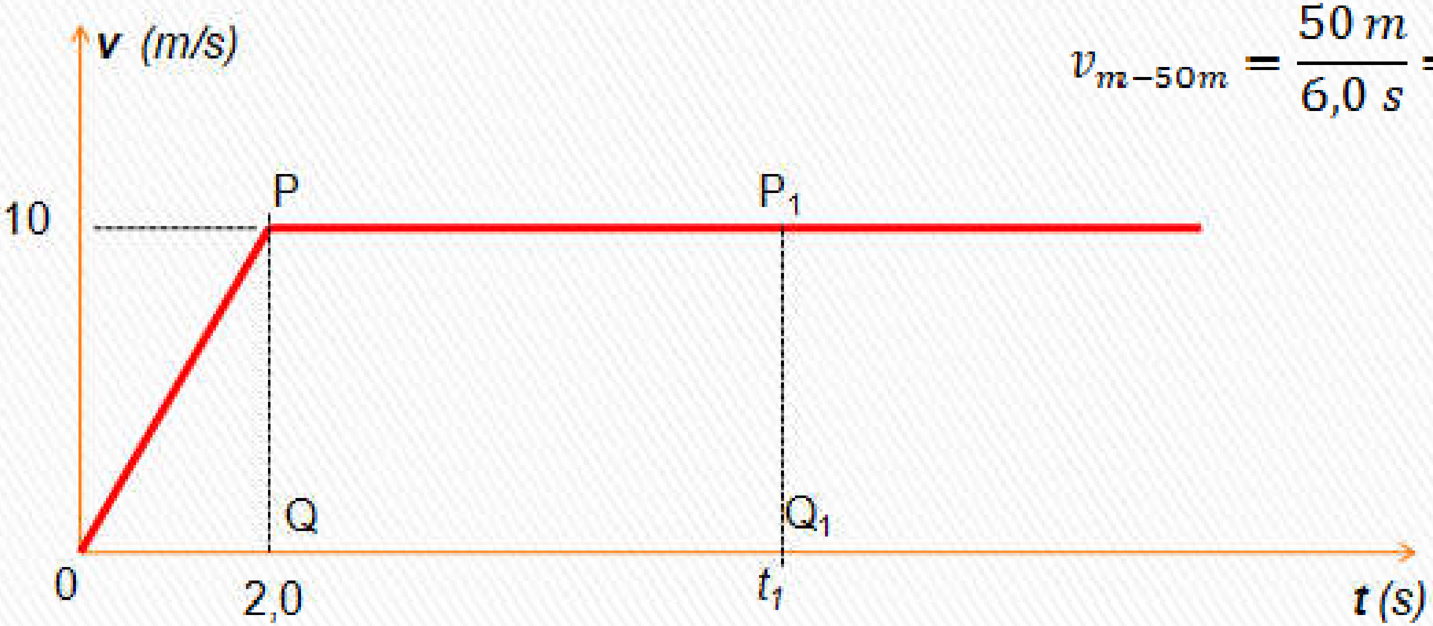
Por lo tanto debo conocer los intervalos de tiempo en los que se producen los distintos desplazamientos.

Para determinarlos, voy a usar el hecho de que el desplazamiento es igual al área bajo la curva v(t).

Si el área del triángulo OPQ vale 10 m, para un desplazamiento de 50 m, entonces el área del rectángulo PP_1Q_1Q debe valer 40 m, y se tiene que cuando la velocidad es constante, recorre 10 m eb cada segundo… por tanto , la base del rectángulo debe valer 4,0 s con lo que t_1= 6,0 s.

$$v_{m-50m} = \frac{50\ m}{6{,}0\ s} = 8{,}3\ m/s$$

Ejemplo: Ejercicio 2.2



$$v_{m-50m} = \frac{50\,m}{6{,}0\ s} = 8{,}3\,m/s$$

P P$_1$

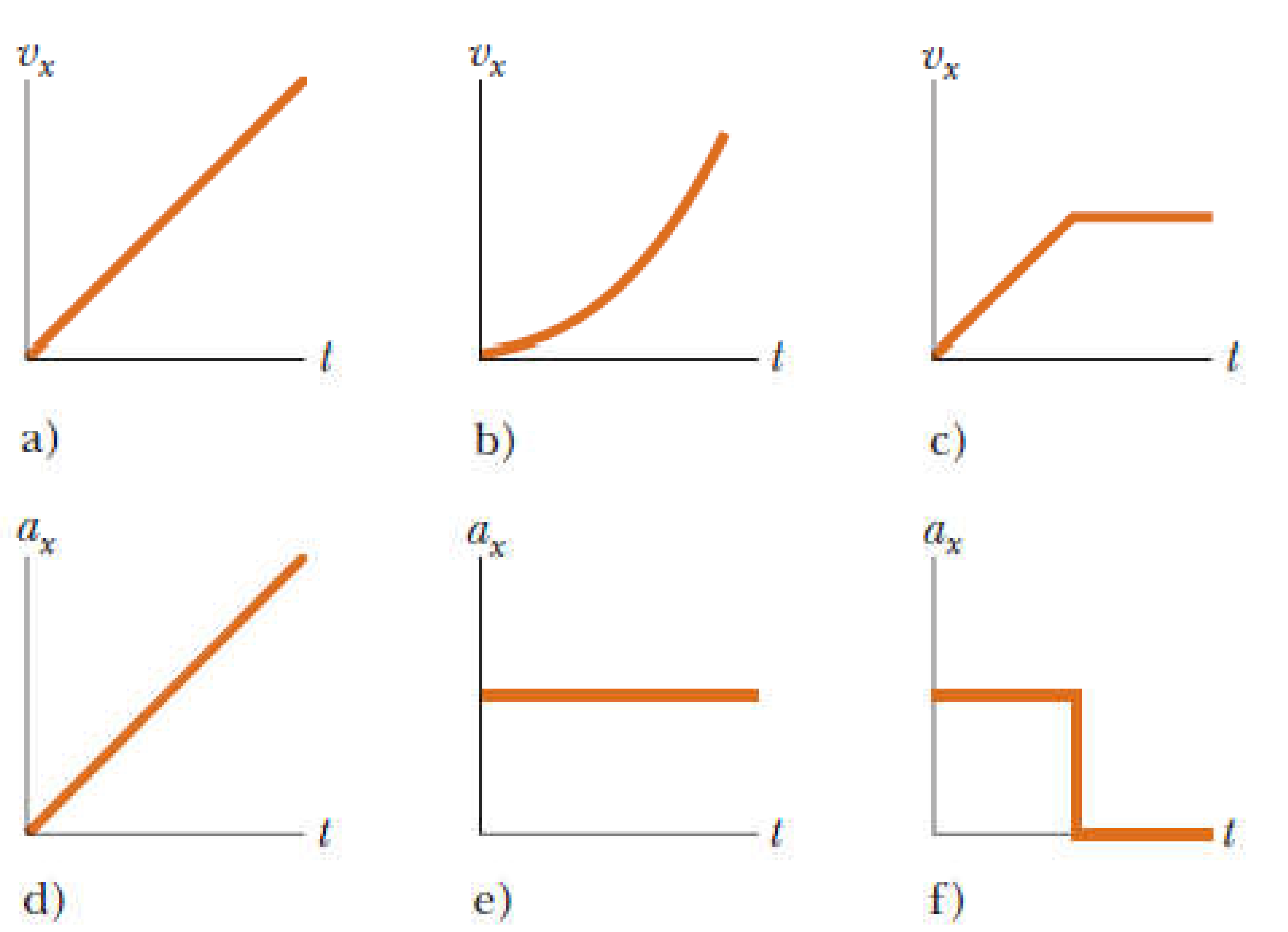
El desplazamiento de los 100 m, se va a producir 9,0 segundos después de alcanzar la rapidez máxima (pues debe recorres 90 m):

$$v_{m-100m} = \frac{100\,m}{11\,s} = 9{,}1\,m/s$$

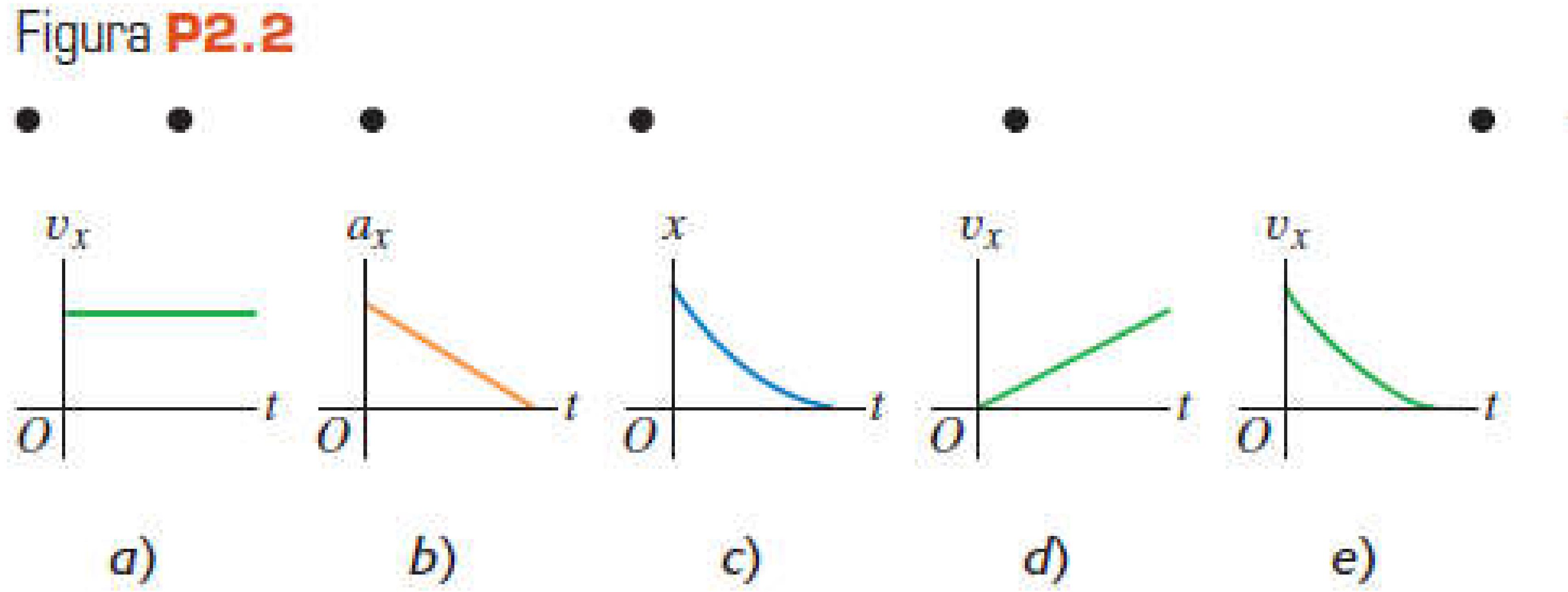
$$v_{m-200m} = \frac{200\,m}{21\,s} = 9{,}5\,m/s$$

PREGUNTA RÁPIDA Nº 3

En la figura relacione cada gráfica v_x–*t de la parte superior* con la gráfica a_x–*t de la parte inferior que mejor describa el movimiento.*



PREGUNTA RÁPIDA Nº 4



La parte superior del diagrama en la figura muestra una serie de fotografías de alta rapidez de un insecto que vuela en línea recta de izquierda a derecha (en la dirección +*x*). *Se supone que el intervalo de tiempo en que se toman las fotos es siempre el mismo.*

¿Cuál de las gráficas de la figura P2.2 es más probable que describa el movimiento del insecto?

Respuesta: d).