

ntegrando.

C U R S O S A C A D É M I C O S

Capítulo 3

Cinemática en una dimensión

Temario del capítulo 3

- 3.1 Cantidades escalares y vectoriales
- 3.2 Movimiento rectilíneo uniforme
- 3.3 Movimiento uniformemente acelerado
- 3.4 Caída libre y tiro vertical.

 Integrando.

3.1 Cantidades escalares y vectoriales

Las cantidades físicas pueden clasificarse como:

a) **Escalares**. Cuando solo poseen **magnitud**: 5 cm , 2.5 s , 3 kg , etc.

b) **Vectoriales**. Cuando tienen **magnitud y dirección**: 5 m al la derecha, 80 km/h hacia el sur, etc.

Las **direcciones** pueden escribirse explícitamente: en términos de los **puntos cardinales**, con **derecha-izquierda** o **arriba-abajo**, o bien, cuando la dirección con respecto a un punto de referencia está definido, un **signo + indica un sentido**, mientras que **- representa el opuesto**.

3.1 Cantidades escalares y vectoriales

Las **cantidades básicas son escalares** por su naturaleza: la longitud puede medirse en cualquier sentido y sigue siendo la misma, el tiempo transcurre en una dirección y la masa describe la cantidad de materia.

Estas cantidades además de ser escalares, siempre se medirán de **forma positiva o cero**, ya que no tiene sentido hablar longitud, tiempo o masa negativas. Existen algunas cantidades escalares como **trabajo o carga eléctrica** que sí pueden ser negativas.

Las **cantidades vectoriales** podrán escribirse con **signos positivos o negativos** sin implicar una contradicción, ya que solo indican el sentido.

3.1 Cantidades escalares y vectoriales

La **cinemática** es la parte de la física que **estudia el movimiento** de los objetos **sin considerar las causas** (fuerzas) que lo producen.

El **movimiento** implica un **cambio en la posición** de un objeto. Llamamos **desplazamiento** Δx a la **diferencia** entre la posición final x_f e inicial x_0 de un móvil

$$\Delta x = x_f - x_0$$

El símbolo Δ **indica que una cantidad cambia**, de un valor inicial a uno final, y se expresa con su diferencia.

3.1 Cantidades escalares y vectoriales

Mientras el **desplazamiento** Δx es una **cantidad vectorial**, ya que se requiere la **dirección** del movimiento (línea que une el punto final con el inicial), sin importar la trayectoria descrita, la **distancia recorrida** d es **escalar**, y se calcula con el **camino recorrido** y el tipo de trayectoria.



3.1 Ejemplos

1. Resuelva los siguientes problemas.

- a) Una canica se mueve en línea recta, desde la mano de un niño hasta la pared, en la cual rebota y regresa. Si el espacio entre el punto donde sale y la pared es de 20 cm , ¿cuál es el desplazamiento y la distancia recorrida desde que la dispara hasta que regresa a su mano?

Integrando.

- b) En una pista circular de atletismo, un corredor da media vuelta. Si el radio de la pista es de 50 m , ¿cuál fue su desplazamiento si termina en un punto a la izquierda del inicio, y cuál la distancia recorrida?

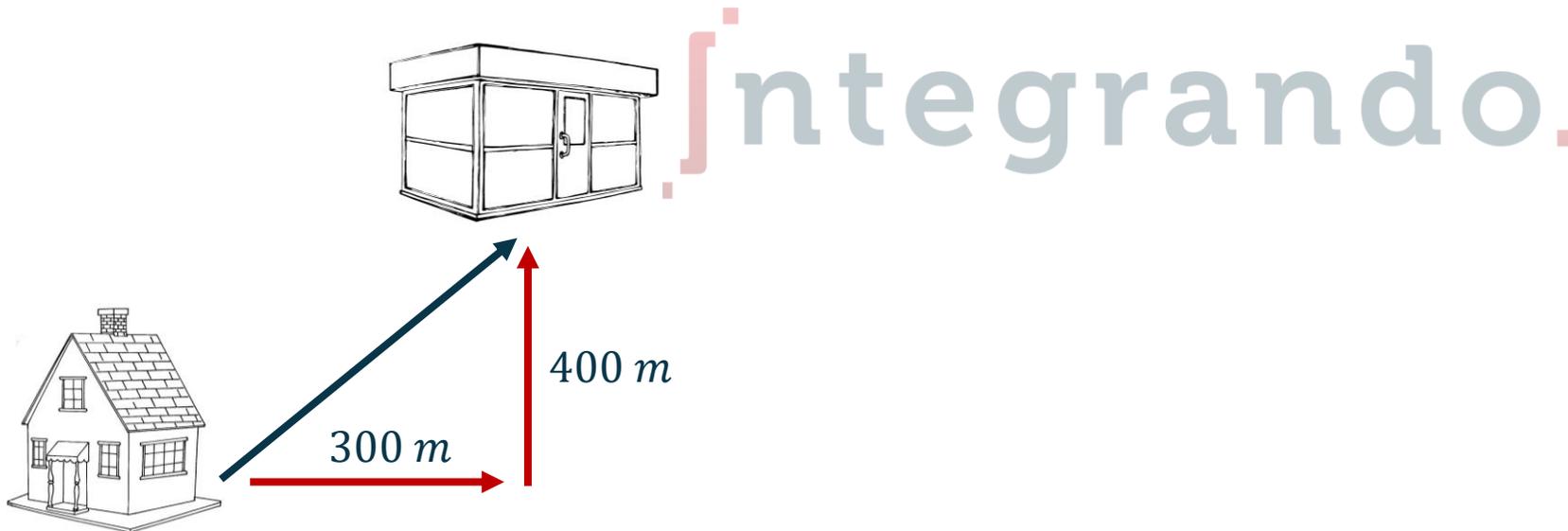
a) $\Delta x = 0, d = 40\text{ cm}$

b) $\Delta x = -100\text{ m}, d = 50\pi\text{ m} \approx 157.08\text{ m}$

3.1 Ejemplos

2. Resuelva el siguiente problema.

- a) Para ir de su casa a la tienda, Pedro camina por una calle 300 m hacia al este, luego da vuelta y camina 400 m al norte. ¿Cuál es el desplazamiento realizado por Pedro y cuál la distancia?



- a) $\Delta x = 500 \text{ m}$ al noreste, $d = 700 \text{ m}$

3.1 Ejercicios

1. El diámetro de una pista circular es de 150 m . ¿Cuál es la distancia y desplazamiento de un corredor que da dos vueltas a la pista?
2. Un jinete y su caballo cabalgan 5 km al norte y después 4 km al oeste. ¿Cuál es la distancia que recorren y cuál su desplazamiento?

3.2 Movimiento rectilíneo uniforme

Llamamos **velocidad** al **desplazamiento** realizado por un objeto **en un intervalo de tiempo**, y está dado por la expresión

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_f - x_0}{t_f - t_0}$$

Como el desplazamiento es **vectorial**, la velocidad lo es también. El término **rapidez** se usa para indicar la **magnitud de la velocidad**, sin su dirección, y es por tanto una **escalar**.

Las **unidades** de la velocidad son **m/s** en el SI.

3.2 Movimiento rectilíneo uniforme

Cuando en un **mismo recorrido** hay **diferentes valores** de la velocidad, se puede realizar un promedio, llamado **velocidad media**

$$v_m = \frac{v_1 + v_2 + \dots + v_n}{n}$$

O bien, con la **rapidez promedio**, que es el **cociente de la distancia total y el tiempo requerido** para completar el movimiento

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

3.2 Ejemplos

1. Resuelva los siguientes problemas.

- a) Encontrar la velocidad en m/s de un automóvil cuyo desplazamiento es de $7 km$ al norte, en un tiempo de $6 min$.
- b) Calcular la velocidad media de un móvil si partió al este con una velocidad inicial de $2 m/s$ y su velocidad final fue de $2.7 m/s$ en la misma dirección.
- c) Repita el inciso b considerando que la velocidad final fue hacia el oeste.

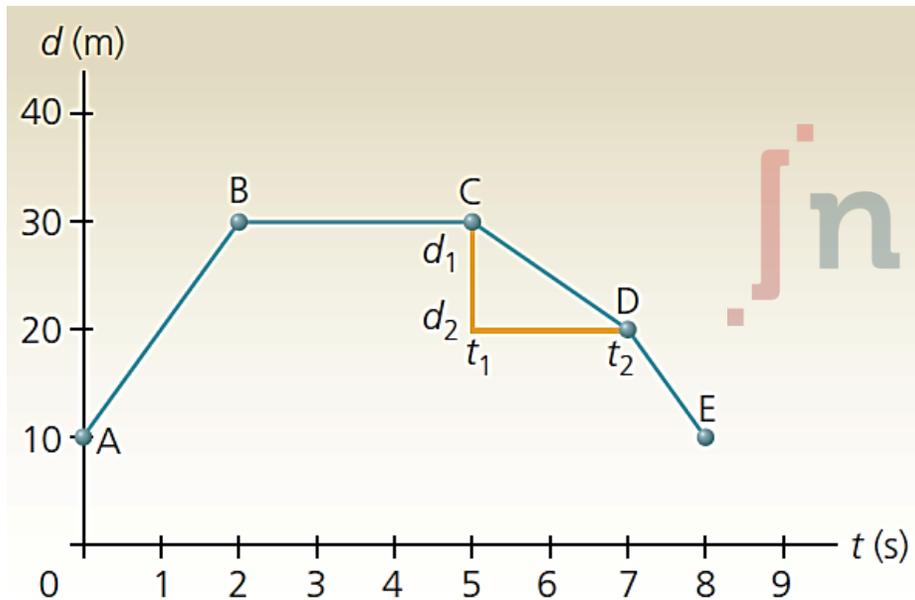
a) $v = 19.4 m/s$ al norte

b) $v_m = 2.35 m/s$ al este

c) $v_m = -0.35 m/s$ o $v = 0.35 m/s$ al oeste

3.2 Ejemplos

2. Con la gráfica de la posición de un móvil en función del tiempo, responda las preguntas.



a) ¿Cuál es la posición inicial, respecto al punto de referencia?

b) ¿Cómo es la velocidad durante los primeros dos segundos?

c) ¿Qué magnitud tiene la velocidad en el intervalo de tiempo entre los puntos *B* y *C*?

d) ¿Cuál fue la posición más alejada desde el origen?

a) $x_0 = 10 \text{ m}$

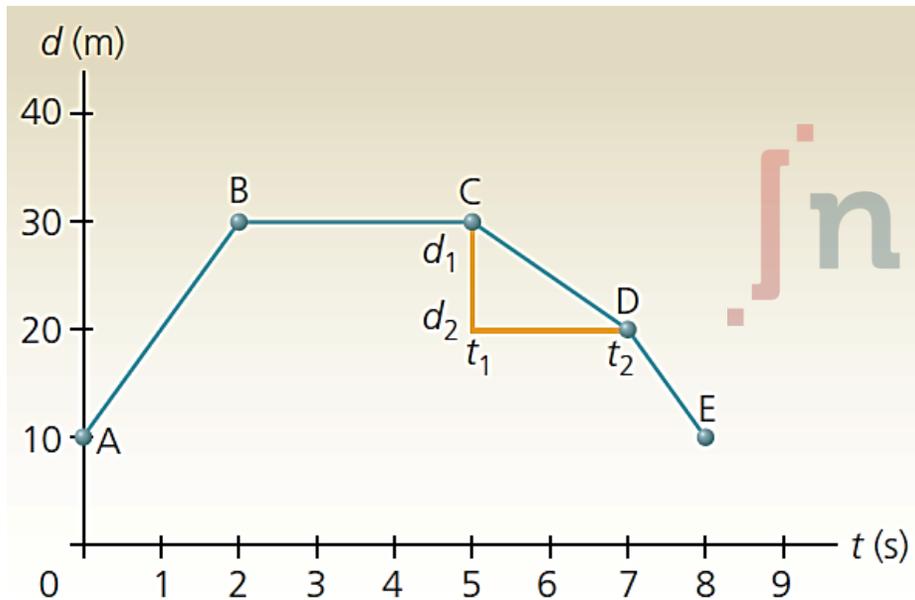
b) Constante, $v = 10 \text{ m/s}$

c) $v = 0 \text{ m/s}$

d) $x = 30 \text{ m}$

3.2 Ejemplos

2. Con la gráfica de la posición de un móvil en función del tiempo, responda las preguntas.



e) ¿En qué instante invirtió el sentido de su recorrido?

f) ¿Cuál es el valor de la velocidad del punto C al D ?

g) ¿Qué distancia recorrió?

h) ¿Cuál fue su desplazamiento?

e) En $t = 5 \text{ s}$

f) $v = -5 \text{ m/s}$

g) $d = 40 \text{ m}$

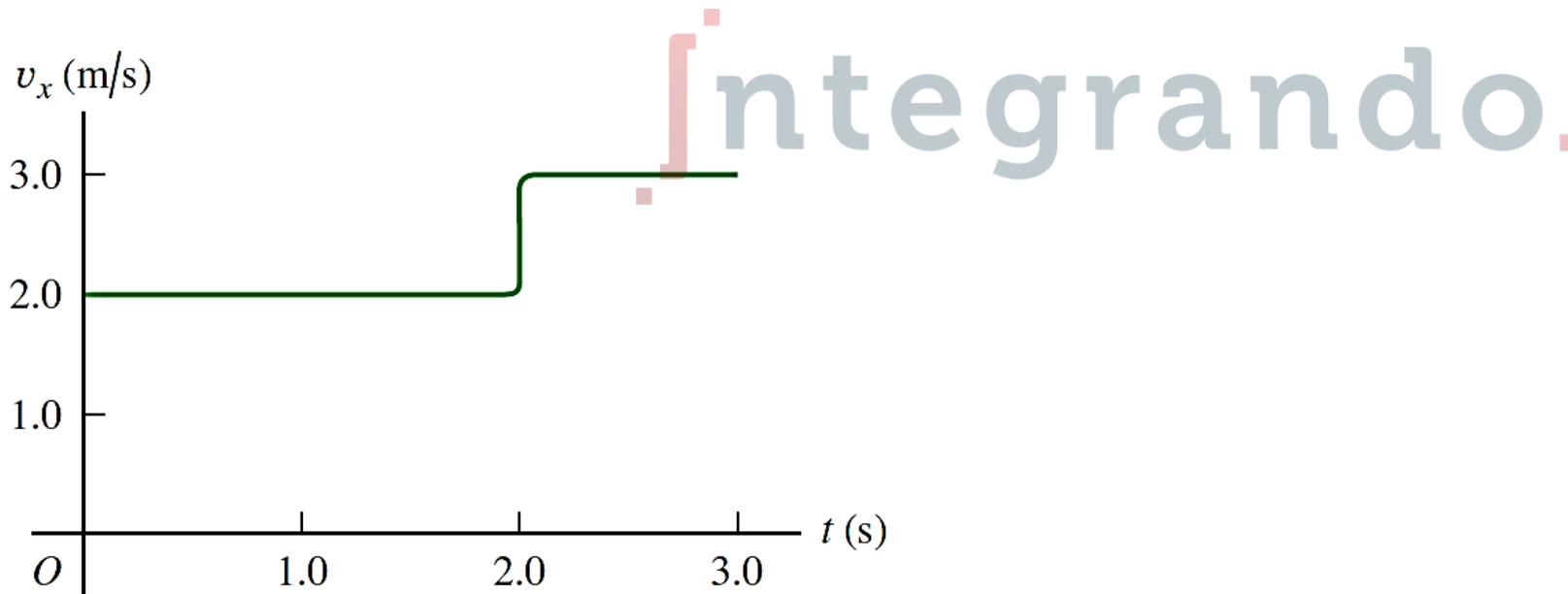
h) $\Delta x = 0 \text{ m}$

3.2 Ejercicios

1. Un automóvil recorre una distancia de 86 km a una rapidez promedio de 8 m/s . ¿Cuántas horas requirió para completar ese viaje?
2. El extremo de un brazo robótico se mueve hacia la derecha a 8 m/s . Cuatro segundos después se mueve hacia la izquierda a 2 m/s . ¿Cuál es el cambio de velocidad?

3.2 Ejercicios

3. Una pelota se mueve en línea recta. En la gráfica se muestra la velocidad en función del tiempo.
- Calcule la distancia y desplazamiento durante los primeros 3.0 s. Después encuentre cuáles son la rapidez y velocidad de la pelota.
 - Suponga que la pelota se mueve de tal manera que el segmento de la gráfica después de 2.0 s era -3.0 m/s en vez de $+3.0 \text{ m/s}$ y repita los cálculos del inciso a.



3.2 Movimiento rectilíneo uniforme

Cuando la **velocidad** del móvil **permanece constante** (magnitud y dirección), describe un **movimiento rectilíneo uniforme (MRU)**: el **desplazamiento realizado es directamente proporcional al tiempo transcurrido**, donde la **velocidad es la constante de proporcionalidad**, y la **trayectoria es una línea recta**.

Las ecuaciones del movimiento son:

$$v = \text{constante}$$

$$\Delta x = vt, \quad x_f = x_0 + vt$$

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

3.2 Movimiento rectilíneo uniforme

Un observador puede determinar la **velocidad relativa** a un marco de referencia.

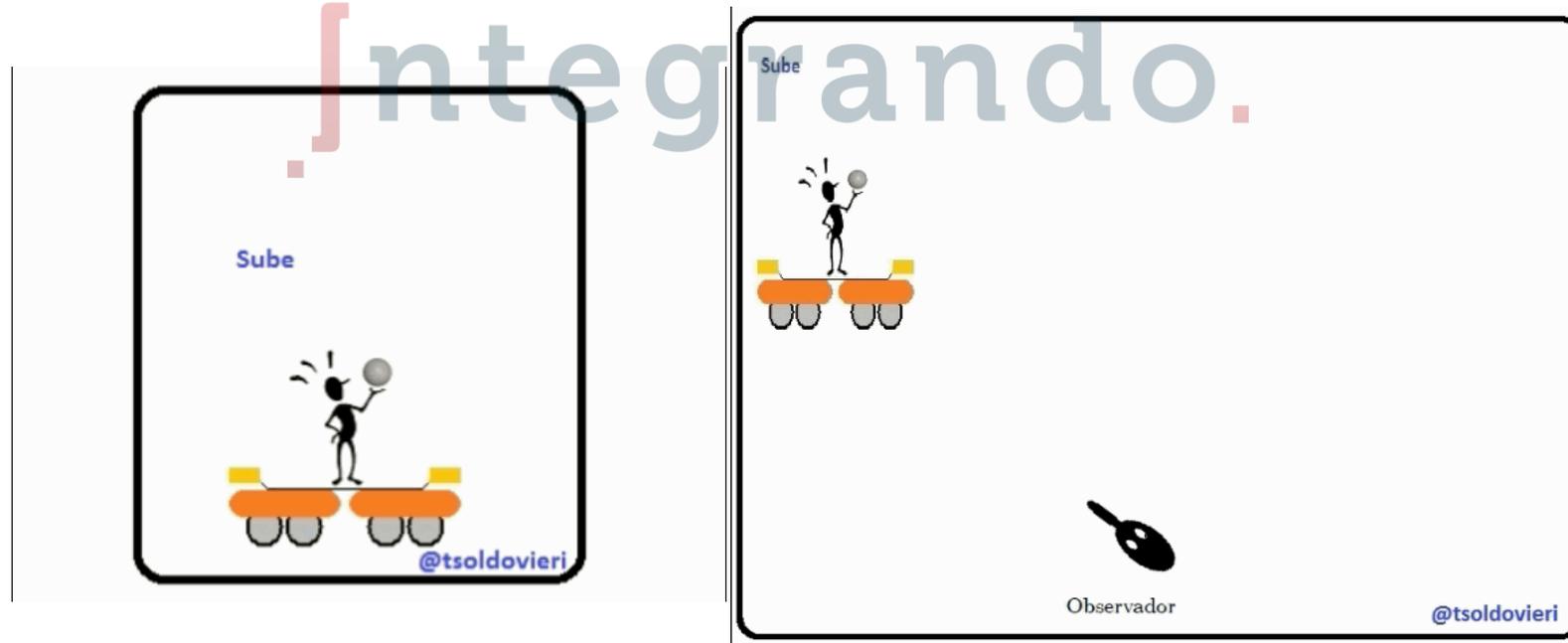
Una persona que está dentro de un tren que se mueve con **velocidad constante** y **lanza una pelota observa** que ésta se mueve con **una cierta rapidez**, mientras que alguien **afuera del tren observa una velocidad mayor**: la del tren en movimiento **sumada** a la de la pelota.

A esto se le llama **adición de velocidades** en un **movimiento relativo** (también es conocido como **transformación de velocidades de Galileo**). Es necesario que la velocidad relativa entre ambos marcos sea siempre **constante**, aunque la del objeto no lo sea.

3.2 Movimiento rectilíneo uniforme

Si S es un marco en reposo y S' un marco que se mueve a velocidad constante v_R con respecto al primero, la velocidad de un objeto, medida en S , es la suma de la velocidad medida en S' y la velocidad relativa entre ambos marcos

$$v_S = v_{S'} + v_R$$



3.2 Ejemplos

3. Resuelva los siguientes problemas.

a) Determinar el desplazamiento en metros que realizará un ciclista al viajar hacia el sur a una velocidad de 35 km/h durante 1.5 min .

Integrando.

b) Calcular el tiempo en segundos que tardará un tren en desplazarse 3 km en línea recta hacia el oeste con una velocidad de 70 km/h

a) $\Delta x = 875 \text{ m}$ al sur

b) $t = 154.29 \text{ s}$

3.2 Ejemplos

4. Una lancha de motor desarrolla una velocidad de 6.5 m/s ; si la velocidad que lleva la corriente del río hacia el este es de 3.4 m/s , calcular:
- a) La velocidad de la lancha medida por una persona en reposo, si la lancha va en la misma dirección y sentido que la corriente del río.



- b) La velocidad de la lancha medida por una persona en reposo, si la lancha va en la misma dirección pero en sentido contrario a la corriente del río.

a) $v = +9.9 \text{ m/s}$ o $v = 9.9 \text{ m/s}$ al este

b) $v = -3.1 \text{ m/s}$ o $v = 3.1 \text{ m/s}$ al oeste

3.2 Ejercicios

4. Determinar el desplazamiento en metros de un automóvil que lleva una velocidad de 80 km/h al este, durante 3 min .
5. Un barco navega a una velocidad de 60 km/h en un río, que tiene una velocidad de corriente de 15 km/h al norte. Encuentre la velocidad del barco que percibe un hombre parado a las orillas del río, si el barco va en la misma dirección y sentido que la corriente, y si va en sentido opuesto.
6. Dos automóviles viajan en la misma dirección a lo largo de una autopista recta, uno con rapidez constante de 55 mi/h y el otro a 70 mi/h . Suponiendo que iniciaron en el mismo punto, a) ¿por cuánto llegó primero a su destino a 10 mi el más rápido? b) ¿A qué distancia debería estar más lejos del punto de partida el más rápido para que ambos lleguen al mismo tiempo?

3.3 Movimiento uniformemente acelerado

La **aceleración** es el cambio de velocidad en un intervalo de tiempo. Su fórmula es

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_f - v_0}{t_f - t_0}$$

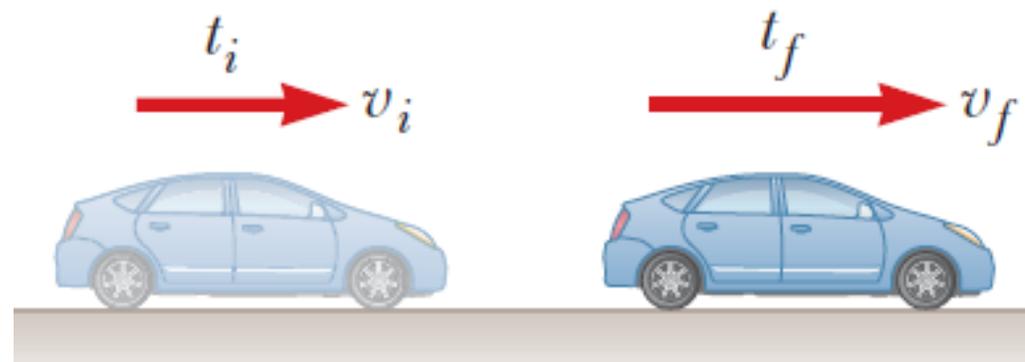
Cuando la **velocidad** y **aceleración** de un objeto están en la **misma dirección**, la **rapidez** de un objeto se **incrementa** con el tiempo. Cuando están en **direcciones opuestas**, la **rapidez** del objeto **disminuye**.

Es una cantidad **vectorial**, con **unidades de m/s^2** .

3.3 Movimiento uniformemente acelerado

Cuando la **aceleración** de un móvil **permanece constante** (magnitud y dirección), describe un **movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA)**:

El **cambio de velocidad** es **directamente proporcional** al tiempo transcurrido, y la **aceleración** es la **constante de proporcionalidad**; la **trayectoria** es una **línea recta**.



3.3 Movimiento uniformemente acelerado

Las ecuaciones del movimiento son:

$$a = \text{constante}$$

$$\Delta x = v_0 t + \frac{at^2}{2}, \quad x_f = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$\Delta v = at, \quad v_f = v_0 + at$$

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

La última ecuación es independiente del tiempo.

3.3 Movimiento uniformemente acelerado

A continuación mostramos las gráficas de las cantidades vectoriales desplazamiento, velocidad y aceleración, en función del tiempo.

1. Para un objeto en **reposo**

Desplazamiento
(m)

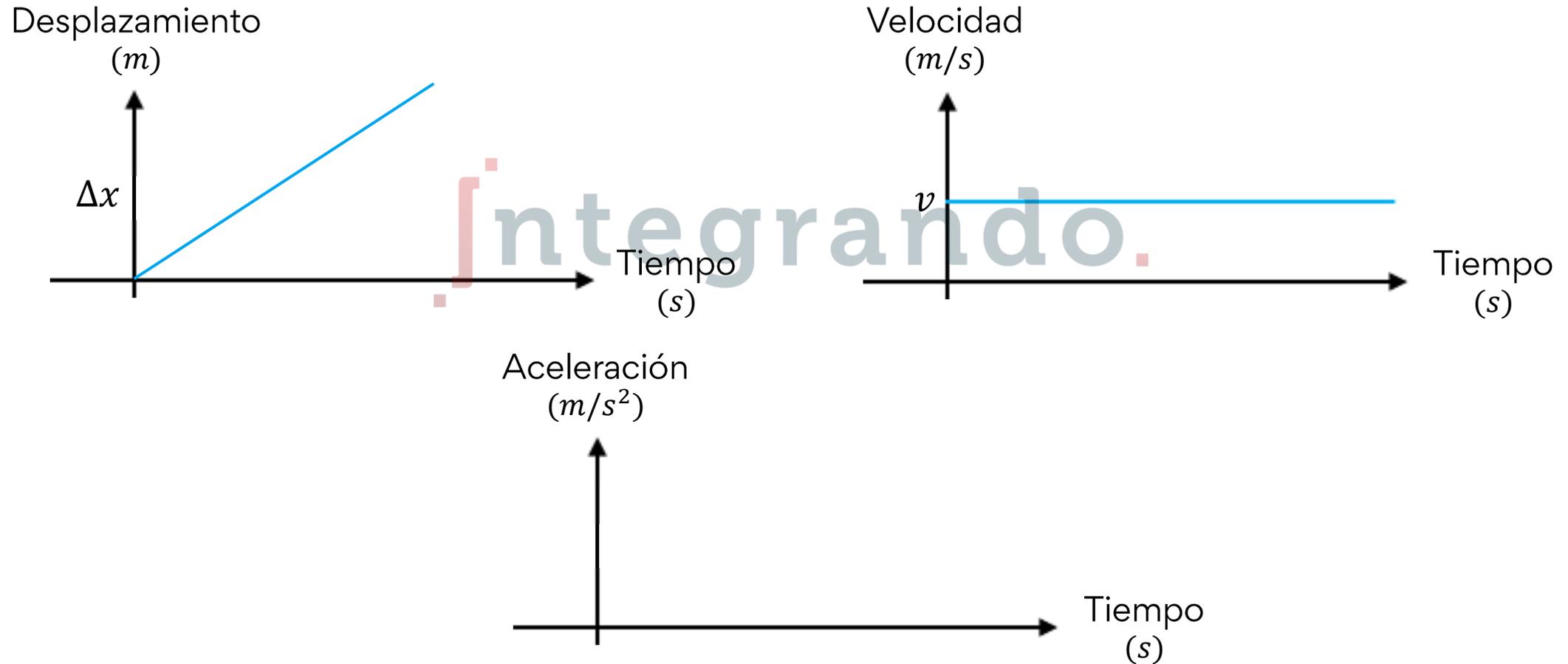


Velocidad
(m/s)



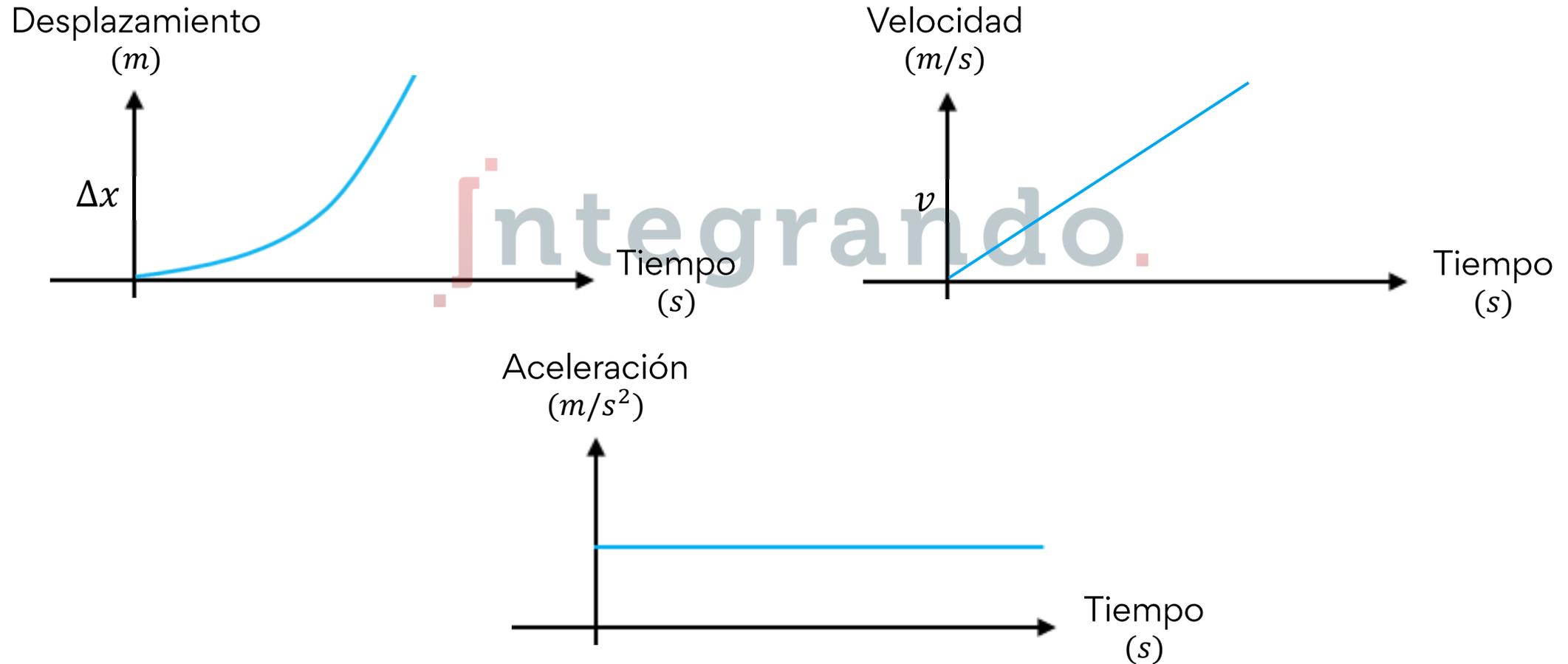
3.3 Movimiento uniformemente acelerado

2. Para un objeto que describe un MRU



3.3 Movimiento uniformemente acelerado

3. Para un móvil en un MRUA



3.3 Ejemplos

1. Resuelva los siguientes problemas.

a) Un automóvil se mueve con una velocidad de 10 m/s hasta alcanzar una velocidad de 20 m/s en un tiempo de 2 s . Ambas velocidades apuntan en la misma dirección. Calcular su aceleración.

Integrando.

b) Un carrito de control remoto se mueve a la derecha a 10 m/s . Cinco segundos después, se mueve hacia la izquierda a 5 m/s . ¿Cuál es el cambio de velocidad y cuál es su aceleración?

a) $a = 5 \text{ m/s}^2$

b) $\Delta v = -15 \text{ m/s}, a = -3 \text{ m/s}^2$

3.3 Ejemplos

2. Realice los siguientes problemas.

a) Un tren parte del reposo hacia el este y experimenta una aceleración cuyo valor es de 0.3 m/s^2 durante medio minuto. ¿Qué distancia recorre en ese tiempo? ¿Qué velocidad lleva?

Integrando.

b) En una prueba de frenado, un vehículo que viaja a 60 km/h se detiene en un tiempo de 3 s . ¿Cuáles fueron la aceleración y la distancia que recorrió hasta detenerse?

a) $d = 135 \text{ m}$, $v_f = 9 \text{ m/s}$ al este

b) $a = -5.5 \text{ m/s}^2$, $d = 25 \text{ m}$

3.3 Ejemplos

3. Un automóvil que viaja con una rapidez constante de 24 m/s pasa un letrero panorámico detrás del cual se encuentra escondido un patrullero. Un segundo después de que el automóvil con exceso de velocidad pasa el letrero, el patrullero inicia la persecución con una aceleración constante de 3 m/s^2 .
- a) ¿Cuánto tiempo le toma al patrullero dar alcance al automóvil?

Integrando.

- b) ¿Qué tan rápido va el patrullero en ese momento?

a) $t = (8 + 4\sqrt{5}) \text{ s} \approx 16.94 \text{ s}$,

b) $v_f = (24 + 12\sqrt{5}) \text{ m/s} \approx 50.83 \text{ m/s}$

3.3 Ejercicios

1. La persona promedio pierde el conocimiento con una aceleración de $7g$ (es decir, siete veces la aceleración de la gravedad en la Tierra). Considere un automóvil diseñado para acelerar con esta proporción. ¿Cuánto tiempo sería necesario para que el automóvil acelere desde el reposo hasta 60 mi/h ?
2. Una lancha de motor parte del reposo hacia el sur y en 0.3 minutos alcanza una velocidad de 50 km/h . Calcule su aceleración y su desplazamiento alcanzado en ese tiempo.
3. Una motocicleta arranca desde el reposo y mantiene una aceleración constante de 0.15 m/s^2 . ¿En qué tiempo recorrerá una distancia de 0.75 km ? ¿Qué rapidez llevará en ese tiempo?

3.3 Ejercicios

4. Un camión de carga que viaja al norte con una velocidad de 70 km/h aplica bruscamente los frenos y se detiene en 15 s . Calcule la distancia total recorrida desde que aplicó los frenos hasta detenerse.
5. Un automovilista con licencia vencida viaja por una calle a 10 m/s , y un policía en motocicleta, que tarda otros 5 s para terminar su donación, se da a la persecución con una aceleración de 2 m/s^2 . Determine a) el tiempo necesario para alcanzar al automóvil y b) la distancia que recorre el patrullero mientras da alcance al automovilista.

3.3 Ejercicios

6. Un tren viaja cuesta abajo en una vía recta a 20 m/s cuando el ingeniero aplica los frenos, lo que resulta en una aceleración de -1 m/s^2 mientras el tren está en movimiento. ¿Qué distancia se mueve el tren durante 40 s a partir del instante en que se aplican los frenos?

Integrando.

3.4 Caída libre y tiro vertical

Cuando se omite la resistencia del aire, **todos los objetos caen bajo influencia de la gravedad** a la superficie de la Tierra con la misma aceleración

$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

Se dice que un cuerpo experimenta una **caída libre** cuando **se suelta o se deja caer**, sin impartir **ninguna velocidad** extra.

Por ser un movimiento uniformemente acelerado, podremos usar las ecuaciones anteriores, imponiendo **condiciones particulares** o iniciales.

3.4 Caída libre y tiro vertical

1. Tomando como **aceleración** el valor de la **gravedad** g , colocaremos un **signo negativo** a todos los términos que la tengan, ya que los cuerpos que caen siempre van **hacia abajo**

$$a \rightarrow -g$$

2. Llamaremos y_0 a la **altura** de la cual **se suelta** el objeto

$$x_0 \rightarrow y_0$$

3. Ya que se deja caer, **la velocidad inicial es siempre cero**

$$v_0 \rightarrow 0$$

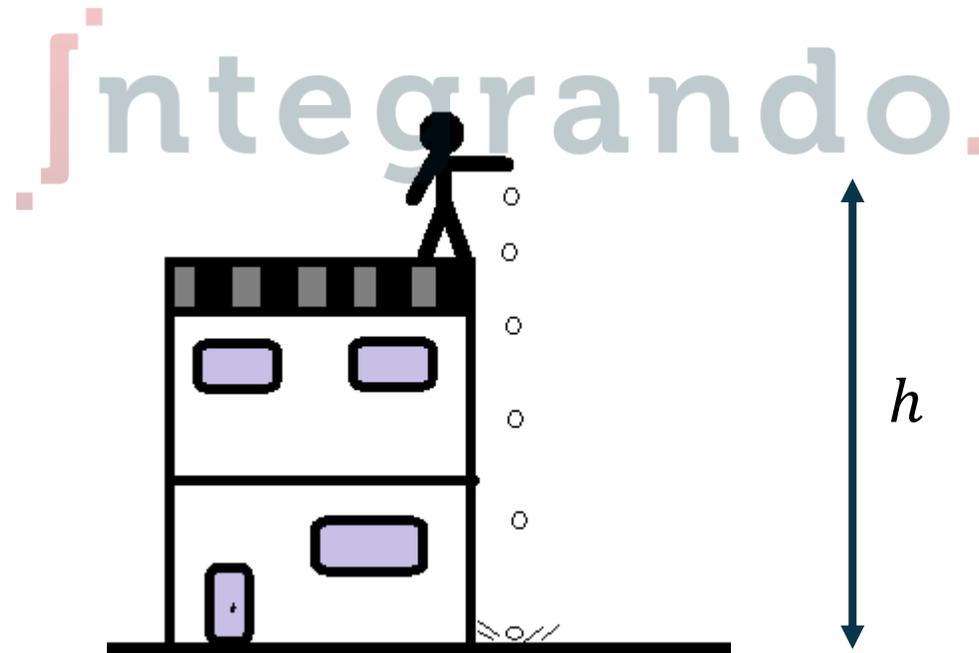
De acuerdo con lo anterior, las ecuaciones de movimiento son

$$\Delta y = -\frac{gt^2}{2}, \quad y_f = y_0 - \frac{gt^2}{2}$$
$$v_f = -gt$$

3.4 Caída libre y tiro vertical

Una ecuación útil de recordar: si h es la altura de la cual se suelta un objeto y tarda un tiempo t_{caer} en llegar al suelo (lo que implica que $y_f = 0$), entonces

$$h = \frac{gt_{caer}^2}{2}$$

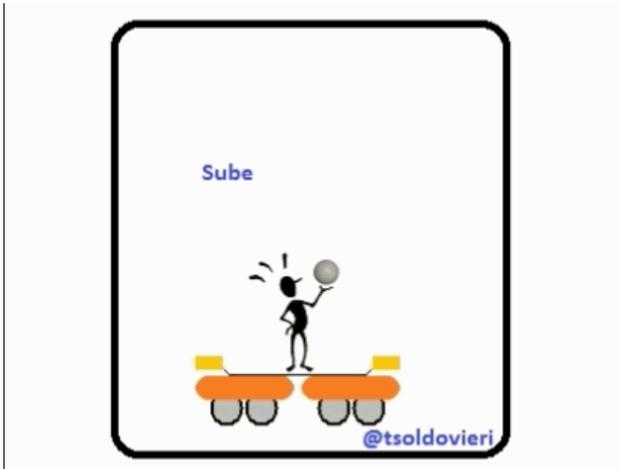


3.4 Caída libre y tiro vertical

Un **tiro vertical** es aquel en el que se imparte una velocidad al objeto, dirigida hacia arriba o hacia abajo. La única condición diferente a la caída libre es que el objeto tiene velocidad inicial (el signo depende de su dirección)

$$\Delta y = \pm v_0 t - \frac{gt^2}{2}, \quad y_f = y_0 \pm v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v_f = \pm v_0 - gt$$



3.4 Caída libre y tiro vertical

En el **tiro vertical hacia arriba**, el objeto comienza subiendo, pero debido a la aceleración opuesta, **frena hasta detenerse**. En ese punto decimos que llega a la **altura máxima** y_{max} . La condición es que el objeto se detenga

$$v_f = 0 \rightarrow v_0 - gt_{subir} = 0$$

$$t_{subir} = \frac{v_0}{g}$$

Si tarda un tiempo t_{subir} en llegar a su punto más alto, entonces

$$y_{max} = y_0 + v_0 t_{subir} - \frac{gt_{subir}^2}{2} = y_0 + \frac{v_0^2}{2g}$$

3.4 Ejemplos

1. Resuelva los siguientes problemas.

a) Una piedra se deja caer desde la azotea de un edificio y tarda 4 s en llegar al suelo. Determine la altura del edificio y la velocidad con que choca contra el suelo.

Integrando.

b) Se lanza verticalmente hacia abajo una piedra, con una rapidez de 5 m/s. ¿Qué velocidad llevará a los 3 s de lanzarse? ¿Cuánto se ha desplazado en 4 s?

a) $h = 78.4 \text{ m}, v_f = -39.2 \text{ m/s}$

b) $v_f = -34.4 \text{ m/s}, \Delta y = -98.4 \text{ m}$

3.4 Ejemplos

2. Se lanza una piedra desde la cima de un edificio a una altura de 50 m , con una rapidez de 20 m/s en una trayectoria rectilínea hacia arriba. La piedra libra el borde del techo de su camino hacia abajo. Determine:

a) El tiempo necesario para que la piedra alcance su altura máxima.

b) La altura máxima.



c) El tiempo necesario para que la piedra regrese a la altura de la cual fue lanzada y la velocidad de la piedra en ese instante.

a) $t_{subir} = 2.04\text{ s}$

b) $y_{max} = 70.41\text{ m}$

c) $t_{regresar} = 4.08\text{ s}, v_f = -20\text{ m/s}$

3.4 Ejemplos

2. Se lanza una piedra desde la cima de un edificio a una altura de 50 m , con una rapidez de 20 m/s en una trayectoria rectilínea hacia arriba. La piedra libra el borde del techo de su camino hacia abajo. Determine:

d) El tiempo necesario, desde que fue arrojada, para que la piedra alcance la superficie de la tierra.

Integrando.

e) La velocidad y posición de la piedra en $t = 5\text{ s}$.

d) $t_{\text{suelo}} = 5.83\text{ s}$

e) $v_f = -29\text{ m/s}$, $y_f = 27.5\text{ m}$

3.4 Ejercicios

1. Una piedra se suelta al vacío desde una altura de 120 m . Encuentre cuánto tiempo tarda en caer y con qué velocidad choca contra el suelo.
2. Se tira una piedra verticalmente hacia abajo con una velocidad 8 m/s . ¿Por cuánto tiempo llegará antes al suelo que una piedra que se deja en caída libre, si ambas se sueltan desde un edificio de 100 m de altura?

3.4 Ejercicios

3. Un proyectil se lanza verticalmente hacia arriba y regresa a su posición inicial en 5 s. ¿Cuál fue su velocidad inicial y hasta qué altura llegó?
4. Se lanza un proyectil hacia arriba a 60 m/s desde una altura de 80 m , en el borde de un acantilado. El proyectil cae, librando el acantilado y golpeando abajo la superficie de la tierra. Determine: a) la altura máxima del proyectil, b) el tiempo que le tomará llegar a la superficie de la tierra en la base del acantilado y c) su velocidad en el impacto.