

Trabajo Práctico Nº 01

Cinemática Lineal. Desplazamiento, velocidad y aceleración. Movimiento uniforme y uniformemente acelerado.

1 Calcular la velocidad media de un automóvil que se desplaza en una línea recta, cuya posición respecto a un origen determinado, en ciertos tiempos está dado en la tabla siguiente:

Tiempo (h:min)	03:02	03:06	03:12	03:15	03:20	03:24
Posición (km)	1582,6	1586,8	1593,4	1598,2	1606,4	1613,1

La velocidad media entre la primera y la última observación es

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{1.613,1 \text{ km} - 1.582,6 \text{ km}}{3 \text{ h } 24 \text{ min} - 3 \text{ h } 02 \text{ min}} = \frac{30,5 \text{ km}}{22 \text{ min}}$$

$$\bar{v} = 1,38 \frac{\text{km}}{\text{min}}$$

De manera parecida, resulta fácil verificar que la velocidad media entre las primeras dos observaciones es 1,05 km/min. Dejamos al estudiante la tarea de calcular la velocidad media para cada uno de los otros intervalos.

2 Un automovilista viaja hacia el norte durante 35 min. a 85 km/h y luego se detiene durante 15 min. Después continúa hacia el norte, recorriendo 130 km en 2 h.

- ¿Cuál es su desplazamiento total?
- ¿Cuál es su velocidad media?

(a) $x = 179,6 \text{ km}$; (b) $\bar{v} = 63,38 \text{ km/h}$

3 En la Fig. 01-01 se muestra la gráfica de desplazamiento contra tiempo para cierta partícula que se mueve a lo largo del eje X. Encuentre la velocidad promedio en los intervalos de tiempo:

- 0 a 2 s
- 0 a 4 s
- 2 s a 4 s
- 4 s a 7 s
- 0 a 8 s.

(a) $\bar{v} = 5 \text{ m/s}$; (b) $\bar{v} = 1,2 \text{ m/s}$; (c) $\bar{v} = -2,5 \text{ m/s}$; (d) $\bar{v} = -3,3 \text{ m/s}$; (e) $\bar{v} = 0$

4 La posición de un cuerpo en movimiento en términos del tiempo está dada en la Fig. 01-02. Indique:

- Si el movimiento tiene sentido positivo o negativo.
- Cuándo es acelerado o desacelerado.
- Cuándo pasa el cuerpo por el origen.
- Cuándo es cero la velocidad.
- Haga también una gráfica de la velocidad con respecto al tiempo.

Estime, usando la gráfica, la velocidad media entre:

- $t = 1 \text{ s}$ y $t = 3 \text{ s}$
- $t = 1 \text{ s}$ y $t = 2,2 \text{ s}$
- $t = 1 \text{ s}$ y $t = 1,8 \text{ s}$.

(a) Tiene sentido positivo dado que en el punto A se encuentra -0,6 m y en F a +0,4 m; (b) Es acele-

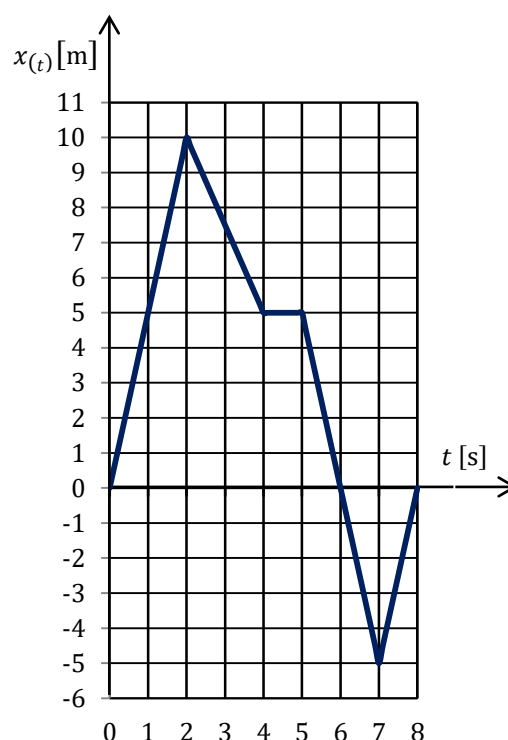


Fig. 01-01

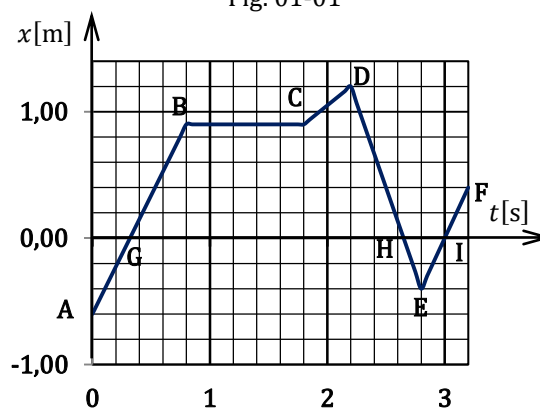


Fig. 01-02

rado en los puntos C (B-C pendiente 0 y C-D pendiente positiva) y E (D-E pendiente negativa y E-F pendiente positiva); (c) El cuerpo pasa en el origen en los puntos G, H e I; (d) $v = 0$ En el tramo B-C; (e) Fig. 01-03; (f) $\bar{v} = -0,45$ m/s; (g) $\bar{v} = 0,25$ m/s; (h) $\bar{v} = 0$ m/s.

5 Un cuerpo empieza a moverse con velocidad inicial de 3 m/s, y una aceleración constante de 4 m/s² en el mismo sentido que la velocidad.

a) ¿Cuál es la velocidad del cuerpo y la distancia recorrida al término de 7 s?

b) Resuelva el mismo problema para un cuerpo cuya aceleración tenga sentido opuesto al de la velocidad.

c) En cada caso escriba la expresión para la velocidad y el desplazamiento como función del tiempo.

(a) $d = 119$ m, $v = 31$ m/s; (b) $d = 79,25$ m, $v = -25$ m/s;

(c) caso (a) $\begin{cases} x(t) = 3t + 2t^2 \\ v(t) = 3 + 4t \end{cases}$; caso (b) $\begin{cases} x(t) = 3t - 2t^2 \\ v(t) = 3 - 4t \end{cases}$

6 Un vehículo se desplaza en línea recta, siendo su posición inicial de 10 m, y la curva horaria la indicada en la figura. Determinar:

a) Aceleración

b) Desplazamiento

c) La distancia recorrido por el vehículo

(a) $a = -2$ m/s²; (b) $x = 21$ m; (c) $R = 29$ m.

7 Analizando el gráfico de la Fig. 01-05; determinar la aceleración media en los siguientes intervalos:

a) 0 a 4

b) 4 a 8

c) 8 a 9

d) Determinar la distancia total recorrida.

e) Determinar el desplazamiento.

(a) $a = 2$ m/s²; (b) $a = 0$; (c) $a = -12$ m/s²; (d) $R = 86$ m; (e) $x = 86$ m

8 Un avión, para despegar, recorre una trayectoria de 600 m en 15 s.

a) Suponiendo que tiene una aceleración constante, calcule la velocidad de despegue.

b) Calcule también la aceleración en m/s².

(a) $v = 80$ m/s; (b) $a = 5,33$ m/s²

9 Un automóvil inicialmente en reposo alcanza 60 km/h en 15 s.

a) Calcule la aceleración en m/s² y la distancia recorrida.

b) Suponiendo que la aceleración es constante, ¿cuánto tiempo más tardará el auto en alcanzar 80 km/h?

c) ¿Cuál será la distancia total recorrida?

(a) $a = 1,11$ m/s², $x = 125$ m; (b) $t = 5$ s; (c) $x = 222,22$ m

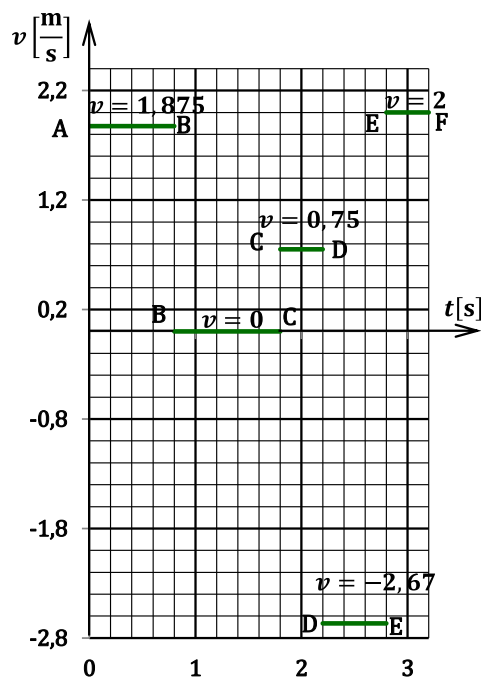


Fig. 01-03

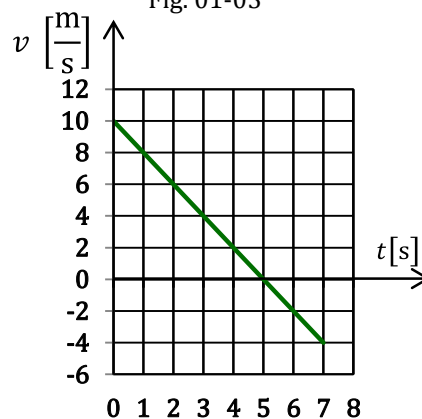


Fig. 01-04

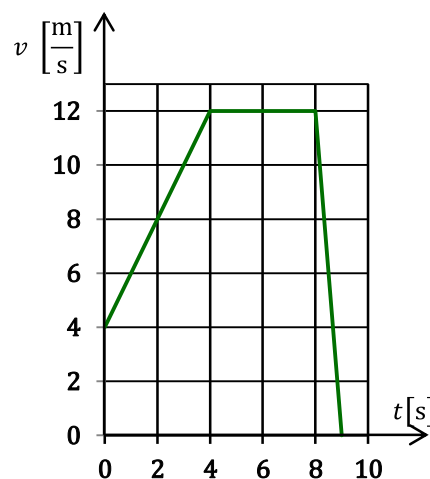


Fig. 01-05

10 Un tren se mueve a lo largo de una sección recta de vía con una velocidad de 180 km/h. La aceleración de frenado es de 2 m/s^2 . ¿A qué distancia de una estación el maquinista deberá aplicar los frenos para que el tren se detenga en ella? ¿Cuánto tardará el tren en detenerse?

Datos:

$$v_i = 180 \frac{\text{km}}{\text{h}}; v_f = 0; a = -2 \text{ m/s}^2$$

Podríamos empezar averiguando el tiempo que tarda el tren en detenerse

$$v_f = v_i + at$$

$$t = \frac{v_f - v_i}{a} = \frac{0 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{-2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$t = 25 \text{ s}$$

$$v_i = 180 \frac{\text{km}}{\text{h}} \frac{1 \text{ h}}{3.600 \text{ s}} \frac{1.000 \text{ m}}{\text{km}} = 50 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$x_{(t)} = x_i + v_i t + \frac{1}{2} at^2 = v_i t + \frac{1}{2} at^2 = \left(50 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)(25 \text{ s}) + \frac{1}{2} \left(-2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)(25 \text{ s})^2$$

$$x_{(t)} = 625 \text{ m}$$

11 El maquinista de un tren de pasajeros que lleva una velocidad de 30 m/s ve un tren de cargas cuyo último vagón se encuentra 180 m por delante en la misma vía. El tren de cargas avanza en el mismo sentido que el de pasajeros, con una velocidad de 9 m/s . El maquinista del tren de pasajeros aplica inmediatamente los frenos produciendo una aceleración constante de $1,2 \text{ m/s}^2$ mientras que el otro tren continúa su marcha a velocidad constante.

a) ¿Chocarán ambos trenes?

b) En el caso de producirse choque, ¿dónde tendrá lugar?

(a) Si; (b) $x = 315 \text{ m}$

12 Un pasajero corre a 4 m/s para alcanzar un tren. Cuando esta a una distancia d , el tren arranca con aceleración constante $a = 0,4 \text{ m/s}^2$ alejándose del pasajero.

a) Si $d = 12 \text{ m}$ y el pasajero sigue corriendo, ¿llegará a alcanzar al tren?

b) Hacer un grafico de la función posición $x_{(t)}$, escogiendo $x = 0$ en $t = 0$. En el mismo grafico dibujar la función $x_{(t)}$ correspondiente al pasajero, para $d = 12 \text{ m}$.

c) Hallar el valor crítico d_c , para el cual el pasajero alcanza justamente el tren.

d) Para el valor critico d_c , ¿cuál es la velocidad del tren cuando el pasajero lo alcanza?

(a) Si; (b) Fig. 01-06; (c) $d_c = 20 \text{ m}$; (d) $v = 4 \text{ m/s}$

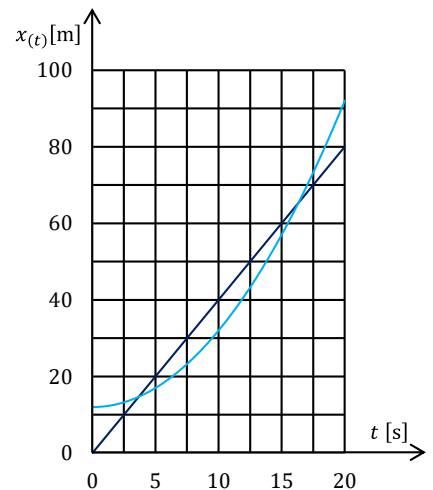


Fig. 01-06

13 Un automóvil y un camión parten del reposo en el mismo instante, hallándose inicialmente el automóvil cierta distancia detrás del camión. El camión tiene una aceleración constante de $1,20 \text{ m/s}^2$ y el automóvil de $1,80 \text{ m/s}^2$. El coche pasa al camión después que este ha recorrido 45 m .

a) ¿Cuánto tarda el automóvil en pasar al camión?

b) ¿A que distancia se encontraba inicialmente el auto detrás del camión?

c) ¿Cuál es la velocidad de cada uno cuando se hallan emparejados?

(a) $t = 8,66 \text{ s}$; (b) $x_i = 22,5 \text{ m}$; (c) $v_a = 15,59 \text{ m/s}$, $v_c = 10,39 \text{ m/s}$

14 Se lanza una pelota verticalmente hacia arriba desde el suelo, con una velocidad de 24 m/s .

d) ¿Cuánto tardará en alcanzar el punto más alto?

- e) ¿Qué altura alcanzará?
- f) ¿Cuánto tardará después de lanzada en adquirir una velocidad 4,8 m/s hacia arriba?
- g) ¿Y de 4,8 m/s hacia abajo?
- h) ¿Cuándo es nulo el desplazamiento de la pelota?
- i) ¿Cuándo es el valor de la velocidad de la pelota igual a la mitad de su velocidad de proyección?
- j) ¿Cuándo es el valor del desplazamiento de la pelota igual a la mitad de la altura máxima que alcanza?
- k) ¿Cuáles son el valor y sentido de la aceleración mientras la pelota está moviéndose hacia arriba?
- l) ¿Y mientras se mueve hacia abajo?
- m) ¿Y cuándo se encuentra en el punto más alto?

(a) $t = 2,45$ s; (b) $y = 29,39$ m; (c) $t = 1,96$ s; (d) $t = 2,94$ s; (e) $t_i = 0$ s, $t_v = 4,9$ s; (f) $t_1 = 1,22$ s, $t_2 = 3,67$ s; (g) $t_1 = 0,72$ s, $t_2 = 4,18$ s; (h); (i); (j) $\vec{a} = -9,8 \hat{j}$ [m/s²]

15 Se lanza una piedra hacia arriba desde el fondo de un pozo de 48 m de profundidad con una velocidad inicial de 73,5 m/s.

- a) Calcule cuánto tiempo tardará la piedra en alcanzar el borde del pozo y su velocidad cuando llegue.
- b) Explique las respuestas posibles.

(a) $t_1 = 0,68$ s, $v_1 = 66,79$ s; (a2) $t_2 = 14,32$ s, $v_2 = -66,79$ s. (b) Pasa dos veces por el borde del pozo, cuando sube y cuando baja, la rapidez es la misma, el valor positivo, v_1 corresponde a la velocidad de la piedra cuando está subiendo, y el valor negativo, v_2 cuando está bajando.

16 Un cuerpo que cae recorre 65,1 m en el último segundo de su movimiento. Suponiendo que empezó desde el reposo, determine:

- a) La altura desde la cual cayó
- b) Cuánto tiempo tardó en llegar al suelo.

(a) $H = 250$ m; (b) $t_v = 7,14$ s.

17 Se abandona una pelota, partiendo del reposo, en la parte más alta de un plano inclinado de 18 m de longitud y alcanza la parte inferior 3 s después. En el mismo instante en que se abandona la primera pelota se lanza una segunda hacia arriba a lo largo del plano, partiendo de la parte más baja con cierta velocidad inicial. La segunda pelota ha de recorrer hacia arriba una parte del plano, detenerse y volver al punto de partida, de modo que llegue al mismo tiempo que la primera.

- a) Calcúlese la aceleración.
- b) ¿Cuál ha de ser la velocidad inicial de la segunda pelota?
- c) ¿Qué distancia ascenderá sobre el plano?
- d) ¿Qué camino recorrerá? Se supone constante la aceleración de una pelota que rueda sobre un plano inclinado.

(a) $a = -4$ m/s²; (b) $v_i = 6$ m/s; (c) $x = 4,5$ m (d) $d = 9$ m

18 Una piedra cae desde un globo que desciende con velocidad uniforme de 12 m/s.

- a) Calcule la velocidad y la distancia recorrida por la piedra después de 10 s.
- b) Resuelva el mismo problema para el caso en que el globo se eleva uniformemente a 12 m/s.
- c) Para el último caso calcular la máxima altura que alcanzara la piedra y el tiempo en alcanzarla.

(a) $v = -110$ m/s, $d = 610$ m todo hacia abajo; (b) $v = -86$ m/s, $y = -370$ m, pero la distancia recorrida es $d = 384,7$ m (c) $y = 7,35$ m, $t = 1,22$ s.

19 Un globo aerostático viaja verticalmente hacia arriba a una velocidad constante de 5 m/s. Cuando está a 21 m sobre el suelo se suelta un paquete desde él.

- a) ¿Cuánto tiempo permanece el paquete en el aire?

b) ¿Cuál es su velocidad exactamente antes de golpear el suelo?

c) Repita a) y b) en el caso en que el globo desciende a 5 m/s.

(a) $t = 2,64$ s; (b) $v = -20,9$ m/s; (c) $t = 1,62$ s, $v = -20,89$ m/s

20 Se lanza una pelota verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de 50 m/s. Dos segundos después se lanza otra pelota hacia arriba con la misma velocidad. ¿A qué altura y en qué tiempo se encontrarán? ¿Cuál será su velocidad cuando se encuentren? Tómese el origen de coordenadas en la posición inicial de los cuerpos y el sentido hacia arriba como positivo.

Escribimos las ecuaciones correspondientes, siendo $v_i = 50$ m/s para las dos pelotas:

$$v_{1(t)} = v_i - gt$$

$$y_{1(t)} = v_i t - \frac{1}{2}gt^2$$

Como la segunda pelota se lanza a 2 s después, debemos escribir:

$$v_{2(t)} = v_i - g(t - 2)$$

$$y_{2(t)} = v_i(t - 2) - \frac{1}{2}g(t - 2)^2$$

Cuando se encuentren, $y_{1(t)} = y_{2(t)}$, lo que da:

$$v_i t - \frac{1}{2}gt^2 = v_i(t - 2) - \frac{1}{2}g(t - 2)^2$$

$$v_i t - \frac{1}{2}gt^2 = v_i(t - 2) - \frac{1}{2}g(t - 2)^2$$

Cancelando los términos comunes de ambos miembros, tenemos:

$$v_i t - \frac{1}{2}gt^2 = v_i t - 2v_i - \frac{1}{2}gt^2 + 2gt - 2g$$

Operando:

$$0 = -2v_i + 2gt - 2g = 2(-v_i + gt - g)$$

$$0 = -v_i + gt - g$$

Por tanto:

$$t = \frac{v_i}{g} + 1 = \frac{50 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} + 1 \text{ s}$$

$$\boxed{t = 6,10 \text{ s}}$$

La altura a la que se encuentran se puede hallar ahora mediante cualquiera de las expresiones de $y_{1(t)}$ o $y_{2(t)}$.

$$y_{1(t)} = v_i t - \frac{1}{2}gt^2 = \left(50 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)(6,10 \text{ s}) - \frac{1}{2}\left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)(6,10 \text{ s})^2$$

$$\boxed{y_{1(t)} = 122,65 \text{ m}}$$

Las velocidades respectivas, que se hallan mediante la primera ecuación de cada conjunto:

$$v_{1(t)} = v_i - gt = \left(50 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) - \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)(6,10 \text{ s})$$

$$v_{1(t)} = v_i - gt = \left(50 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) - \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)(6,10 \text{ s})$$

$$\boxed{v_{1(t)} = -9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$v_{2(t)} = v_i - g(t - 2) = \left(50 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) - \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)(6,10 \text{ s} - 2 \text{ s})$$

$$v_{2(t)} = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

En otras palabras, ambos cuerpos se mueven con la misma velocidad (9,8 m/s) pero en direcciones opuestas. El primer cuerpo ha alcanzado ya su altura máxima cuando $v_{1(t)} = 0$, esto es:

$$0 = v_i - gt_H \rightarrow t_H = \frac{v_i}{g} = \frac{50 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 5,10 \text{ s}$$

Siendo $H_{\text{máx}}$:

$$y_{1(t)} = H_{\text{máx}} = v_i t - \frac{1}{2} g t^2 = \left(50 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)(5,10 \text{ s}) - \frac{1}{2} \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)(5,10 \text{ s})^2 = 127,55 \text{ m}$$

Y se encuentra de regreso cuando el segundo aún se dirige hacia arriba.

Este ejemplo muestra la importancia de mantener una orientación consistente de los ejes a lo largo de todo el problema.

21 Un malabarista practica en una habitación cuyo cielorraso esta a 3 m sobre el nivel de sus manos. Tira una pelota verticalmente hacia arriba de manera que llegue justo al cielorraso.

- ¿Con qué velocidad inicial tira la pelota?
- ¿Cuánto tiempo tarda en llegar al cielorraso?
- Tira una segunda pelota con igual velocidad inicial, en el momento en que la primera toca el cielorraso. ¿Cuánto tiempo después de lanzada la primera pelota se cruzan las dos? ¿A qué altura sobre las manos se encuentran en ese momento?
- ¿Cuáles son las velocidades de las pelotas cuando se encuentran?

(a) $v_i = 7,67 \text{ m/s}$; (b) $t = 0,78 \text{ s}$; (d) $t = 1,17 \text{ s}$, $y = 2,25 \text{ m}$; (e) $v_1 = -3,83 \text{ m/s}$, $v_2 = 3,83 \text{ m/s}$

22 Dos cuerpos son lanzados verticalmente hacia arriba con la misma velocidad inicial de 98 m/s pero 4 s uno después de otro.

- ¿Cuánto tiempo tardarán en encontrarse desde que el primero fue lanzado?
- ¿A qué distancia por encima (o por debajo) de la posición inicial se encontrarán?

(a) $t = 12 \text{ s}$; (b) $y = 470,4 \text{ m}$.

23 Dos trenes, A y B, se desplazan en vías paralelas a 70 km /h y 90 km /h respectivamente. Calcule la velocidad relativa de B con respecto a A cuando:

- Se mueven en el mismo sentido.
- Se mueven en sentidos opuestos.

(a) $v_{BA} = 5,56 \text{ m/s}$; $v_{BA} = 44,44 \text{ m/s}$

24 Un río tiene una velocidad estable de 0,50 m/s. Un estudiante nada aguas arriba una distancia de 1 km y regresa al punto de partida. Si el estudiante puede nadar a una velocidad de 1,20 m/s en agua sin corriente, ¿cuánto tiempo dura su recorrido? Compare éste con el tiempo que duraría el recorrido si el agua estuviera quieta.

$t = 2,017 \text{ s}$; 21% más largo

25 Un bote con dirección al norte cruza un río de 3 km de ancho con una velocidad de 10 km/h respecto del agua. El río tiene una velocidad uniforme de 5 km/h con dirección este respecto de la Tierra. Determine:

- La velocidad del bote relativa a un observador estacionario en la orilla.
- El tiempo que tarda el bote en cruzarlo.

a) Sabemos que:

$\vec{v}_{BR} \equiv$ velocidad del **B**ote respecto al **R**ío.

$\vec{v}_{RT} \equiv$ velocidad del **R**ío respecto a la **T**ierra.

Y queremos averiguar $\vec{v}_{BT}$, la velocidad del **B**ote relativa a la **T**ierra la relación entre estas tres cantidades es:

$$\vec{v}_{BT} = \vec{v}_{BR} + \vec{v}_{RT}$$

Los términos en la ecuación deben manejarse como cantidades vectoriales; los vectores se muestran en la figura. La cantidad $\vec{v}_{BR}$ está dirigida hacia el norte, $\vec{v}_{RT}$ al este, y el vector suma de estos dos vectores, $\vec{v}_{BT}$, se encuentra a un ángulo θ , como se indica en la Fig. 01-07. Así pues, la velocidad del bote relativa a la Tierra puede determinarse a partir del teorema de Pitágoras:

$$v_{BT} = \sqrt{v_{BR}^2 + v_{RT}^2} = \sqrt{\left(10 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right)^2 + \left(5 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right)^2}$$

$$v_{BT} = 11,18 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

La dirección de v_{BT} es:

$$\theta = \arctg \frac{v_{BR}}{v_{RT}} = \arctg \frac{10}{5}$$

$$\theta = 63^\circ 26'$$

Por consiguiente, el bote viajará a una velocidad de 11,18 km/h en la dirección de $63^\circ 26'$ al noreste respecto de la Tierra.

$$b) x(t) = v_{BT}t \rightarrow t = \frac{x(t)}{v_{BT}}$$

$$x(t) = a, a = \frac{c}{\sin \theta} = \frac{3 \text{ km}}{\sin 63^\circ 26'} = 3,35 \text{ km}$$

$$t = \frac{x(t)}{v_{BT}} = \frac{3,35 \text{ km}}{11,18 \frac{\text{km}}{\text{h}}}$$

$$t = 18 \text{ min}$$

26 Si el bote del problema anterior viaja con la misma velocidad de 10 km/h en relación con el agua y se mueve rumbo al norte, como muestra la Fig. 01-08.

a) ¿Qué dirección debe seguir?

b) El tiempo que tarda el bote en cruzarlo.

(a) $\theta = 30^\circ$; (b) $t = 21 \text{ min}$

27 Cuando el Sol está directamente arriba, un cóndor se mueve hacia el suelo a una velocidad de 5 m/s. Si la dirección de su movimiento está a un ángulo de 60° debajo de la horizontal, calcule la velocidad de su sombra que se mueve a lo largo del suelo.

$$v = 2,50 \text{ m/s}$$

28 El piloto de un avión observa que la brújula indica que va rumbo al oeste. La velocidad del avión relativa al aire es de

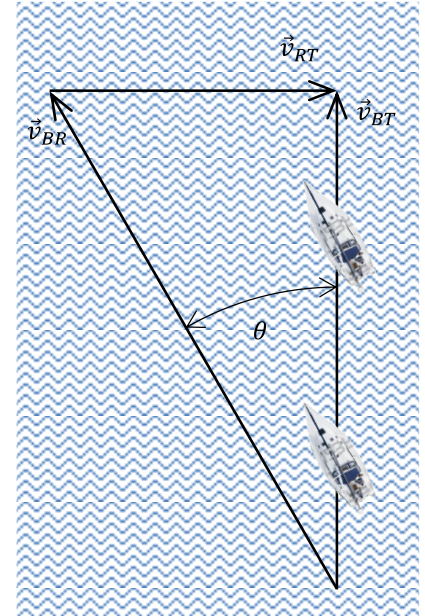
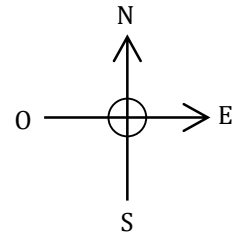


Fig. 01-08

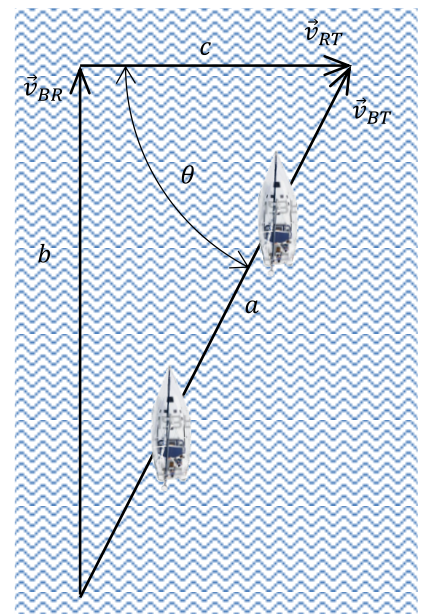
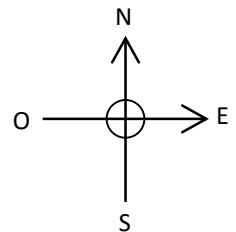


Fig. 01-07

8

150 km/h. Si hay un viento de 30 km/h hacia el norte, encuentre la velocidad del avión relativa al suelo.

$v = 153 \text{ km/h}$, $\theta = 11^\circ 18'$ noroeste.