

# U.T.N F.R.B.A. Física I

## Cinemática del punto material

1. El vector posición de una partícula como función del tiempo está dado, en coordenadas cartesianas, por la expresión:

$$\vec{r}(t) = 2 t^2 \vec{i} - 2 t \vec{j}$$

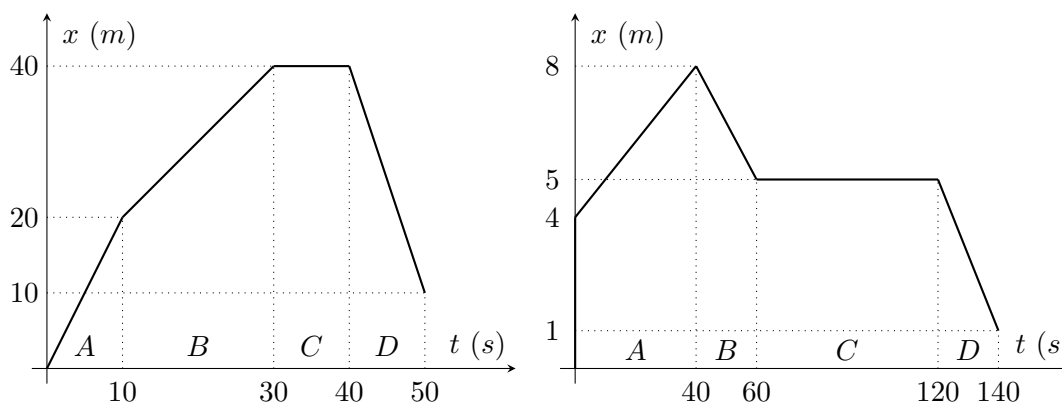
donde  $t$  está en segundos y  $x, y, z$  en metros. Hallar: a) la expresión de la velocidad  $\vec{v}(t)$ ; b) la expresión de la aceleración  $\vec{a}(t)$ ; c) la ecuación de la trayectoria en el plano  $x, y$ .

**Rta:** a)  $\vec{v}(t) = 4 t \vec{i} - 2 \vec{j}$ . b)  $\vec{a}(t) = 4 \vec{i}$ . c)  $x = \frac{1}{2} y^2$ .

2. Un móvil que se desplaza por el plano  $x, y$  se encuentra inicialmente en un punto A de coordenadas  $(2 m, 4 m)$  siendo su velocidad  $3 m/s \vec{j}$ . Transcurridos 10 segundos, se halla en un punto B de coordenadas  $(10 m, 14 m)$  siendo su velocidad  $3 m/s \vec{i}$ . Hallar: a) el vector desplazamiento; b) los vectores velocidad media y aceleración media.

**Rta:** a)  $\Delta \vec{r} = 8 m \vec{i} + 10 m \vec{j}$ . b)  $\vec{v}_m = 0,8 m/s \vec{i} + 1 m/s \vec{j}$ ,  $\vec{a}_m = 0,3 m/s^2 \vec{i} - 0,3 m/s^2 \vec{j}$ .

3. Los gráficos de la figura representan la posición de un caminante en función del tiempo, siendo el movimiento rectilíneo. a) Escriba las ecuaciones de movimiento para cada tramo. b) Grafique la velocidad  $v(t)$  como función del tiempo. c) Halle el desplazamiento final y la distancia total recorrida.

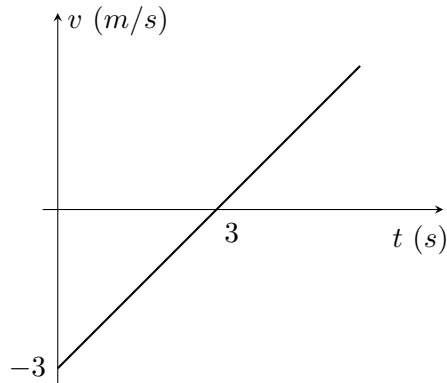


**Rta:** I. a)  $x_A = 2 m/s t$  ( $0 < t < 10s$ );  $x_B = 20 m + 1 m/s (t - 10s)$  ( $10s < t < 30s$ );  $x_C = 40 m$  ( $30s < t < 40s$ );  $x_D = 40 m - 3 m/s (t - 40s)$  ( $40s < t < 50s$ ). b)  $v_A = 2 m/s$ ;  $v_B = 1 m/s$ ;  $v_C = 0$ ;  $v_D = -3 m/s$ . c)  $\Delta x = 10 m$ ;  $L = 70 m$ . II. a)  $x_A = 4 m + 0,1 m/s t$  ( $0 < t < 40s$ );  $x_B = 8 m - 0,15 m/s (t - 40s)$  ( $40s < t < 60s$ );  $x_C = 5 m$  ( $60s < t < 120s$ );  $x_D = 5 m - 0,2 m/s (t - 120s)$  ( $120s < t < 140s$ ). b)  $v_A = 0,1 m/s$ ;  $v_B = -0,15 m/s$ ;  $v_C = 0$ ;  $v_D = -0,2 m/s$ . c)  $\Delta x = 3 m$ ;  $L = 11 m$

4. Un móvil se dispara hacia la derecha con velocidad inicial de módulo  $100 m/s$ . El movimiento es rectilíneo y la aceleración es de  $10 m/s^2$  hacia la izquierda. Un observador lo ve pasar primero hacia la derecha y luego hacia la izquierda en un lapso de 4 segundos. Determine: a) el instante en que el observador ve pasar el móvil por primera vez; b) la posición del móvil en ese instante; c) el alcance máximo logrado por el móvil.

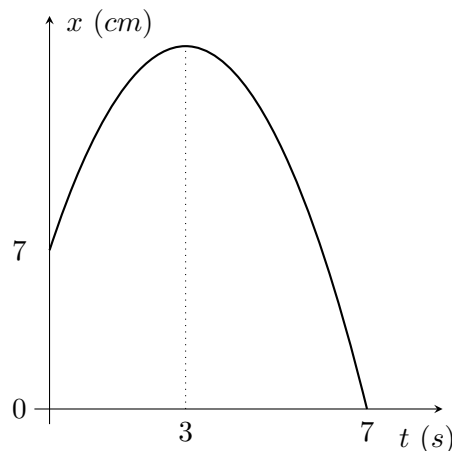
**Rta:** a)  $t = 8 s$ . b)  $x = 480 m$ . c)  $x_{max} = 500 m$ .

5. El gráfico de la figura representa la velocidad de una partícula que se mueve sobre el eje  $x$  (positivo hacia la derecha). En el instante  $t = 0$  la partícula se encuentra 5 metros a la izquierda del origen. a) Indique el desplazamiento máximo alcanzado por la partícula a la izquierda del origen. b) ¿En qué instante pasa por  $x = 0$ ? c) ¿Cuál es su aceleración para  $t = 4 s$ ? d) Grafique la posición  $x(t)$  como función del tiempo.



**Rta:** a)  $\Delta x = -9,5 \text{ m}$ . b)  $t = 7,36 \text{ s}$ . c)  $a = 1 \text{ m/s}^2$ .

6. Se dispara una bolita sobre un plano inclinado un cierto ángulo respecto de la horizontal. La posición de la misma se expresa mediante la coordenada  $x$  medida sobre el plano inclinado con origen en la base del mismo. A partir del gráfico de dicha coordenada  $x(t)$  como función del tiempo, halle: a) la ecuación de movimiento; b) el máximo alejamiento del origen en sentido positivo.



**Rta:** a)  $x(t) = 7 \text{ cm} + 6 \text{ cm/s } t - 1 \text{ cm/s}^2 t^2$ . b)  $x_{max} = 16 \text{ cm}$

7. Dos automóviles se desplazan por una misma ruta. El automóvil 1 pasa por el mojón A con una velocidad de  $108 \text{ km/h}$ . Medio minuto después el automóvil 2 pasa por el mojón B con una velocidad de  $72 \text{ km/h}$ . Entre los mojones A y B hay una distancia de  $5,4 \text{ km}$ . a) Suponiendo que marchan en sentido contrario, halle la posición y el instante del encuentro y la distancia recorrida por cada automóvil. Grafique para ambos móviles la posición  $x(t)$  como función del tiempo. b) Repita lo anterior suponiendo que ambos móviles marchan en el mismo sentido.

**Rta:** a)  $x_e = 3,6 \text{ km}$ ,  $t_e = 2 \text{ min}$ . b)  $x_e = 14,4 \text{ km}$ ,  $t_e = 8 \text{ min}$ .

8. Un automóvil con exceso de velocidad viaja a  $100 \text{ km/h}$  y pasa frente a un patrullero en motocicleta que se encuentra detenido al costado de la ruta. El policía sale inmediatamente en su persecución, acelerando durante  $12 \text{ s}$  a  $3 \text{ m/s}^2$  y continuando luego a velocidad constante. a) Calcule la distancia que recorren ambos vehículos y el tiempo empleado por el policía en alcanzar el automóvil. b) Confeccione el gráfico  $x(t)$  para ambos móviles.

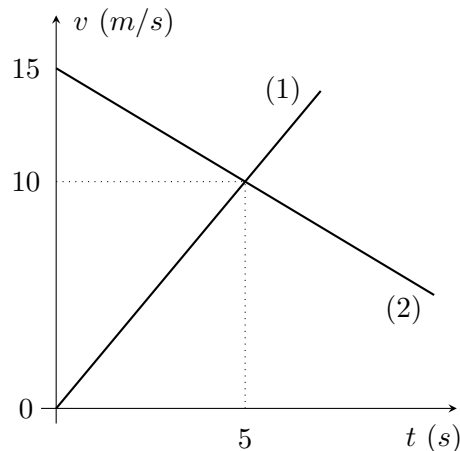
**Rta:** a)  $x_e = 729 \text{ m}$ ,  $t_e = 26,25 \text{ s}$ .

9. Un automóvil va a una velocidad de  $108 \text{ km/h}$  en trayectoria rectilínea. En cierto instante el conductor observa,  $200 \text{ m}$  delante, que un ciclista circula en el mismo sentido con una velocidad de  $18 \text{ km/h}$ . Inmediatamente comienza a frenar con una desaceleración constante de  $1 \text{ m/s}^2$  hasta detenerse. a) Halle en qué instante y posición se produce el primer encuentro entre ambos

móviles. *b)* Indique si hay un segundo encuentro y, en tal caso, halle el instante y la posición del mismo.

**Rta:** a)  $x_{e1} = 250 \text{ m}$ ,  $t_{e1} = 10 \text{ s}$ . b)  $x_{e2} = 450 \text{ m}$ ,  $t_{e2} = 50 \text{ s}$  (no es 40 s).

10. En el instante en que se acciona el cronómetro dos móviles se encuentran separados por una distancia de  $30 \text{ m}$  (el móvil 2 se encuentra delante del móvil 1). Considerando el origen de coordenadas en la posición inicial del móvil 1, halle, a partir de los datos que se pueden extraer del gráfico de la figura: *a)* la posición e instante del encuentro; *b)* el máximo alejamiento del origen que alcanza el móvil 2. *c)* Confeccione el gráfico  $x(t)$  de la posición como función del tiempo.



**Rta:** a)  $x_e = 136,9 \text{ m}$ ,  $t_e = 11,7 \text{ s}$ . b)  $x_{2max} = 142,5 \text{ m}$ .

11. Desde un globo aerostático que está a  $240 \text{ m}$  de altura y asciende con una velocidad de  $6 \text{ m/s}$  se deja caer un objeto. Suponiendo nulo el rozamiento con el aire, *a)* calcule la altura máxima alcanzada por el objeto y la posición del globo en ese instante; *b)* grafique las posiciones del globo y del objeto como funciones del tiempo.

**Rta:** a)  $h = 241,8 \text{ m}$ ,  $y_G = 243,6 \text{ m}$ .

12. Se deja caer una piedra en un pozo. Al cabo de  $6$  segundos de soltarla se oye el choque con el agua. La velocidad de propagación del sonido en el aire es de  $340 \text{ m/s}$ . Calcule el tiempo que tarda la piedra en caer y la profundidad del pozo.

**Rta:** a)  $t = 5,548 \text{ s}$ ,  $h = 153,9 \text{ m}$ .

13. Un cohete parte del reposo elevándose con una aceleración constante de  $19,5 \text{ m/s}^2$  durante un minuto. En ese momento se agota el combustible y sigue subiendo como partícula libre. *a)* ¿Cuál es la máxima altura alcanzada? *b)* ¿Cuál es el tiempo total transcurrido desde el despegue hasta que cae al suelo? *c)* Grafique la altura como función del tiempo.

**Rta:** a)  $h = 103545 \text{ m}$ , b)  $t = 320,9 \text{ m}$ .

14. El portero de un edificio se encuentra frente a la puerta de entrada que tiene  $2$  metros de altura. Un niño que se halla en la ventana de un piso superior deja caer diversos objetos. Para averiguar de qué piso provienen, el portero observa que estos recorren el tramo de la puerta en  $0,15 \text{ s}$ . Considerando que cada piso tiene  $3$  metros de altura y despreciando la fricción con el aire, indique en qué piso se encuentra el niño.

**Rta:** a)  $h = 9,9 \text{ m}$  (tercer piso).

15. Se arroja verticalmente una piedra (A) desde el piso y hacia arriba con una velocidad inicial de  $30 \text{ m/s}$ . Dos segundos más tarde se suelta otra (B) desde una altura de  $60 \text{ m}$ . Halle, tomando el origen del sistema de coordenadas en el piso y sentido positivo hacia arriba: *a)* el instante en que se encuentran en la misma posición; *b)* el valor de dicha posición; *c)* las velocidades de ambas piedras en el momento del encuentro; *d)* las velocidades de ambas piedras al alcanzar el piso. *e)*

Repita los cálculos anteriores tomando el origen del sistema de coordenadas en la posición inicial de la piedra B y sentido positivo hacia abajo. Compare los resultados.

**Rta:** a)  $t = 4 \text{ s}$ . b)  $h = 40 \text{ m}$ . c)  $v_A = -10 \text{ m/s}$ ,  $v_B = -20 \text{ m/s}$ . d)  $v_A = -30 \text{ m/s}$ ,  $v_B = -34,6 \text{ m/s}$ .

16. Se dispara en forma oblicua un proyectil desde una altura de 15 metros sobre el piso. Al segundo de haber sido lanzado, se encuentra ascendiendo con una velocidad de módulo  $20 \text{ m/s}$ , formando un ángulo de  $37^\circ$  con la horizontal. Halle: a) la velocidad inicial; b) las coordenadas de la altura máxima; c) la velocidad con la que alcanza el piso.

**Rta:** a)  $v = 27,2 \text{ m/s}$ ,  $\alpha = 54^\circ$ . b)  $x = 35,2 \text{ m}$ ,  $y = 39,2 \text{ m}$ . c)  $v = 32 \text{ m/s}$ ,  $\alpha = -60^\circ$ .

17. Se dispara un proyectil desde el piso formando un ángulo de  $53^\circ$  con la horizontal. Se sabe que en el punto más alto de su trayectoria su velocidad es de  $30 \text{ m/s}$  y que impacta en una pared situada a 150 metros de distancia del punto de lanzamiento. a) Haga un esquema de la situación y halle la velocidad inicial. b) Halle la altura del impacto con la pared. c) Calcule el vector velocidad en el impacto.

**Rta:** a)  $v_0 = 50 \text{ m/s}$ . b)  $h = 75 \text{ m}$ . c)  $v = 31,6 \text{ m/s}$ ,  $\alpha = -18,4^\circ$ .

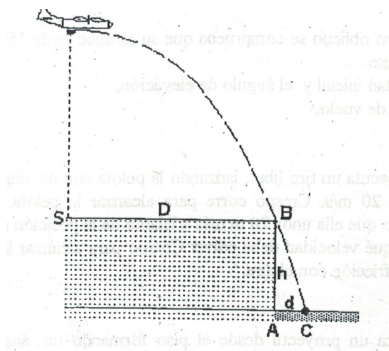
18. Desde lo alto de un edificio de 20 metros de altura se arroja una piedra en dirección horizontal con velocidad inicial  $v_0$ . La piedra golpea en la calle a una distancia de 6 metros del pie del edificio. Calcule: a) El tiempo que tardó la piedra en golpear el piso; b) la velocidad inicial  $v_0$ . c) ¿Con qué velocidad inicial, en módulo, dirección y sentido, habrá que lanzarla para que llegue al piso en la misma posición anterior en un tiempo de 1 segundo?

**Rta:** a)  $t = 2 \text{ s}$ . b)  $v_0 = 3 \text{ m/s}$ . c)  $v_0 = 16,15 \text{ m/s}$ ,  $\alpha = -68,2^\circ$ .

19. Se lanzan simultáneamente dos flechas con ballestas desde una misma posición sobre el piso con velocidades iniciales de igual módulo, la primera de ellas formando un ángulo de  $37^\circ$  con la horizontal. Seis segundos después hace impacto con el piso la primera a 240 metros del punto de lanzamiento y dos segundos más tarde cae la segunda en el mismo lugar. a) Halle la altura máxima alcanzada por la primera flecha. b) Halle el ángulo con el que fue lanzada la segunda flecha y la altura máxima alcanzada por la misma. c) ¿Qué condición cumple la suma de los ángulos de lanzamiento de ambas flechas? d) Demuestre que los disparos con el mismo módulo de la velocidad inicial y con la misma condición deducida en c) tienen el mismo alcance.

**Rta:** a)  $h_1 = 45 \text{ m}$ . b)  $\beta = 53^\circ$ ,  $h_2 = 80 \text{ m}$ . c)  $\alpha + \beta = \pi/2$ .

20. Un avión que vuela horizontalmente a una altura de 2000 metros sobre una costa acantilada a una velocidad de  $648 \text{ km/h}$  deja caer una bomba sobre una señal (S) ubicada en el piso. La bomba pasa justo sobre el borde del acantilado (B) y dos décimas de segundo después hace impacto sobre un blanco flotante (C). Halle: a) el tiempo de vuelo de la bomba; b) la altura  $h$  del acantilado; c) la distancia entre el avión y el blanco en el instante del impacto; d) la distancia  $d$  entre el blanco y la costa acantilada; e) la distancia recorrida por el avión durante el tiempo de vuelo de la bomba.

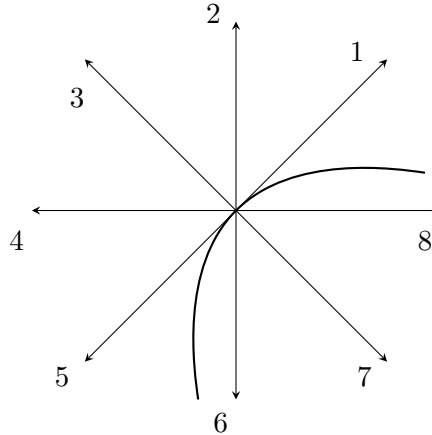


**Rta:** a)  $t = 20,2 \text{ s}$ . b)  $h = 40,2 \text{ m}$ . c)  $H = 2040,2 \text{ m}$ . d)  $AC = 36 \text{ m}$ . e)  $OC = 3636 \text{ m}$ .

21. Un gato se encuentra parado en la rama de un árbol a una altura  $h$  sobre el piso. Un cazador, situado a una distancia  $d$  de la base del árbol, le apunta directamente con su rifle y dispara. En el instante en que se realiza el disparo el gato se suelta de la rama cayendo libremente. Entonces, a) ¿se salvará el gato del impacto? b) Qué sucedería si la velocidad del proyectil se duplicara? c) Si el gato sube a una rama superior ubicada a una altura  $2h$ , ¿con qué ángulo habrá que apuntarle para impactarlo, considerando que se deja caer en el instante del disparo?

**Rta:** a) No. b) También hace impacto. c)  $\tan \alpha = 2h/d$ .

22. Diga cuáles vectores de la figura pueden representar: a) la velocidad, la aceleración, la componente normal de la aceleración y la componente tangencial de la aceleración; b) idem si el movimiento es retardado y el sentido de desplazamiento es de izquierda a derecha.



**Rta:** a) v: 1 y 5; a: 6,7 y 8;  $a_n$ : 7;  $a_t$ : 1 y 5. b) v: 1; a: 6;  $a_n$ : 7;  $a_t$ : 5.

23. Se dispara un proyectil desde el piso con una velocidad de  $60 \text{ m/s}$  formando un ángulo de  $53^\circ$  con la horizontal. Halle el radio de curvatura de la trayectoria: a) en la altura máxima; b) en el instante inicial.

**Rta:** a)  $R = 129,6 \text{ m}$ . b)  $R = 600 \text{ m}$ .

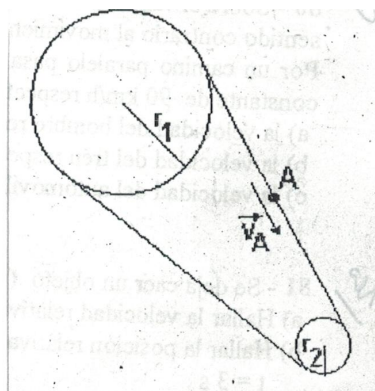
24. Un punto material describe una trayectoria circular de 3 metros de radio con rapidez constante. Sabiendo que barre un ángulo de  $30^\circ$  en 0,5 segundos, calcule: a) la velocidad angular y el período; b) la velocidad tangencial y la aceleración.

**Rta:** a)  $\omega = \pi/3 \text{ s}^{-1}$ ;  $T = 6 \text{ s}$ . b)  $|\vec{v}| = \pi \text{ m/s}$ ;  $|\vec{a}| = (\pi^2/3) \text{ m/s}^2$ .

25. Un reloj marca las 12 hs. Hallar a que hora las agujas horaria y minutera del reloj se vuelven a superponer.

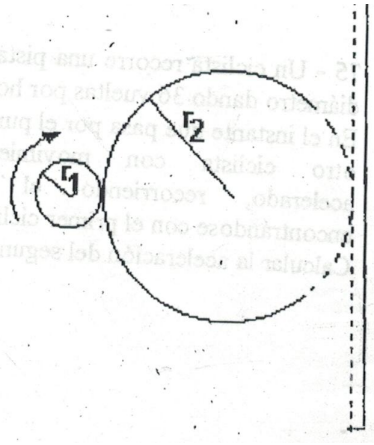
**Rta:**  $t = 13^h 05^m 27^s$ .

26. Las poleas de la figura están conectadas por medio de una correa. Si la polea 1 gira con una frecuencia de 60 r.p.m. halle la frecuencia angular de la polea 2 y la velocidad del punto A. Datos:  $r_1 = 10 \text{ cm}$ ;  $r_2 = 2 \text{ cm}$ .



**Rta:**  $f = 300 \text{ r.p.m.}; |\vec{v}_A| = 62,8 \text{ cm/s}$ .

27. Para el mecanismo de la figura, sabiendo que el engranaje 1 gira a razón de 50 vueltas por segundo, halle: a) la velocidad angular del engranaje 2; b) la velocidad de la cremallera. Datos:  $r_1 = 3 \text{ cm}; r_2 = 15 \text{ cm}$ .

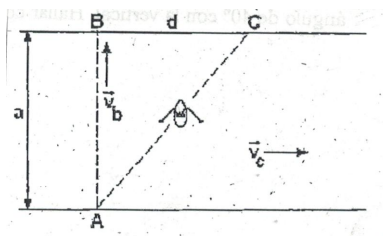


**Rta:** a)  $\omega_2 = 62,8 \text{ s}^{-1}$ . b)  $|v| = 9,42 \text{ m/s}$ .

28. Sobre el vagón de un tren que se desplaza a  $50 \text{ km/h}$  respecto de la tierra, una persona camina en sentido contrario al movimiento del tren a  $5 \text{ km/h}$ . Por un camino paralelo pasa un automóvil en sentido contrario al tren a una velocidad constante de  $90 \text{ km/h}$  respecto de la tierra. Halle: a) la velocidad de la persona respecto de la tierra; b) la velocidad del tren respecto del automóvil; c) la velocidad del automóvil respecto de la persona.

**Rta:** a)  $v = 45 \text{ km/h}$  el sentido coincide con el del tren respecto de la tierra. b)  $v = 140 \text{ km/h}$  el sentido coincide con el del tren respecto de la tierra. c)  $v = 135 \text{ km/h}$  el sentido es contrario al del tren respecto de la tierra.

29. Un bote cruza un embalse en reposo de un ancho  $a = 54 \text{ m}$  con una velocidad  $v_b = 1,8 \text{ m/s}$  partiendo desde un punto A. Halle a) cuánto tarda el bote en ir desde A hasta el punto B directamente enfrentado en la orilla opuesta. Si se abre la esclusa del canal se forma una corriente hacia la derecha. En estas condiciones el bote, cuyo remero pretende dirigirse en una dirección normal a la corriente, deriva aguas abajo un trayecto  $d = 15 \text{ m}$  antes de alcanzar la otra orilla en el punto C. Calcule b) el tiempo que tarda en ir desde A hasta C; c) la velocidad de la corriente respecto de la tierra; d) la velocidad del bote respecto de la tierra. e) ¿En qué dirección debería remar para llegar a la otra orilla en B y cuánto tiempo tardaría? f) Muestre que el módulo de la velocidad del bote debe ser mayor que la de la corriente para alcanzar la otra orilla en B.



**Rta:** a)  $t_{AB} = 30 \text{ s}$ . b)  $t_{AC} = 30 \text{ s}$ . c)  $v_c = 0,5 \text{ m/s}$ . d)  $v_{B/T} = 1,87 \text{ m/s}$ ,  $\alpha = 15,52^\circ$ . e)  $16,1^\circ$  hacia la izquierda;  $t'_{AB} = 31,2 \text{ s}$

30. Un avión vuela hacia un punto situado a  $780 \text{ km}$  al Este del punto de partida. El viento sopla del Noroeste a  $60 \text{ km/h}$ . El piloto quiere llegar al cabo de tres horas. ¿Cuál debe ser la velocidad del avión respecto del aire en módulo y dirección?

**Rta:** a)  $11^\circ$  hacia el NE. b)  $v = 221,6 \text{ km/h}$ .

31. Un pasajero de un tren detenido en la estación se encuentra sentado junto a una ventanilla y observa que las gotas de lluvia dejan trazas verticales sobre el vidrio. Cuando el tren avanza a una velocidad de  $50 \text{ km/h}$  las trazas de las gotas forman un ángulo de  $40^\circ$  con la vertical. ¿Con qué velocidad llegan las gotas de lluvia a la ventanilla?

**Rta:**  $v = 59,6 \text{ km/h}$ .

## Problemas complementarios

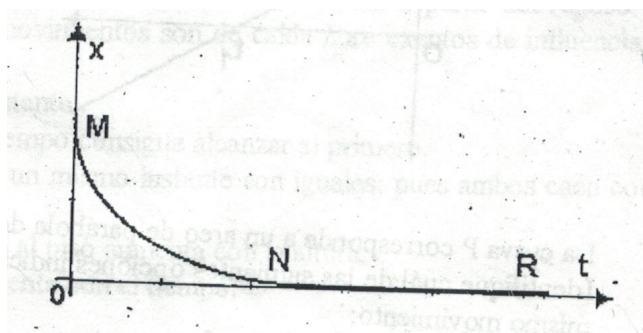
1. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es la verdadera:

- (a) La velocidad de un cuerpo en un instante está perfectamente determinada dando sus tres coordenadas de posición en ese mismo instante y el sistema de coordenadas correspondiente.
- (b) La velocidad de un cuerpo depende del punto elegido como origen del vector posición.
- (c) El módulo de la velocidad de una partícula que se mueve sobre el eje  $x$  depende de la elección del sentido positivo de dicho eje.
- (d) La trayectoria del movimiento de una partícula está perfectamente determinada si se conocen sus tres coordenadas en función del tiempo, el correspondiente sistema de coordenadas y el sistema de referencia.
- (e) El vector velocidad puede no ser tangente a la trayectoria en un punto.
- (f) Ninguna de las afirmaciones anteriores es verdadera.

**Rta:** (d).

2. Un móvil se desplaza sobre el eje  $x$  de manera tal que su coordenada varía en función del tiempo según el gráfico de la figura (considere que el tramo MN es un arco de parábola). Indique cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera:

- (a) La velocidad inicial del movimiento es nula.
- (b) En el tramo MN el movimiento es uniformemente acelerado y en el NR el móvil está detenido.
- (c) En el tramo MN el movimiento es uniformemente retardado y en el NR el móvil está detenido.
- (d) El móvil se desplaza alejándose del origen.
- (e) La aceleración es nula en todo el movimiento.
- (f) Ninguna de las afirmaciones anteriores es verdadera.



**Rta:** (c).

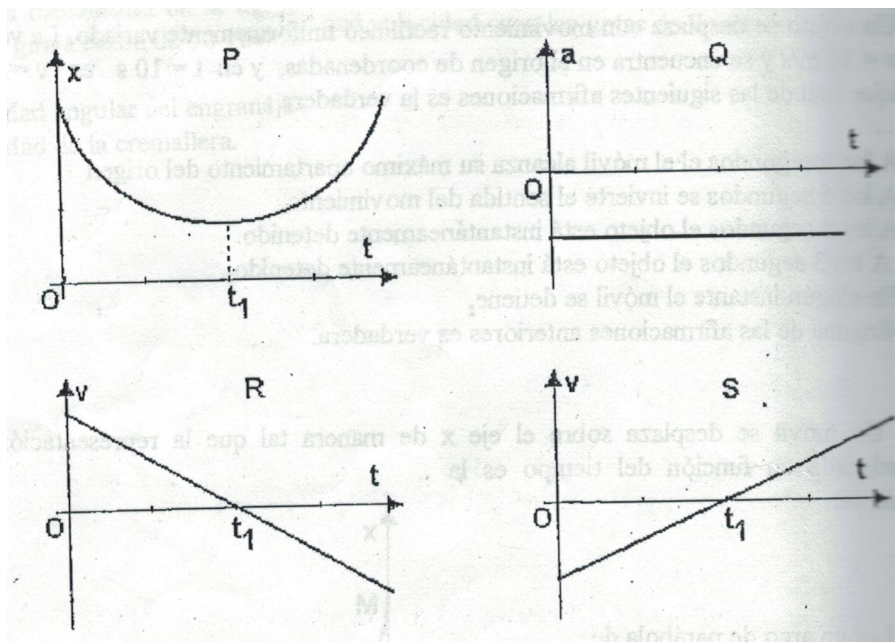
3. Para estudiar el movimiento rectilíneo de un cuerpo puntual con aceleración constante se toma un eje en la dirección del movimiento. ¿Cuál o cuáles de las siguientes afirmaciones es verdadera?

- (a) Cuando la velocidad es nula, también lo es la aceleración.

- (b) Si  $v > 0$  y  $a = 0$  el movimiento es acelerado.
- (c) Si  $v < 0$  y  $a < 0$  el movimiento es retardado.
- (d) Si  $v < 0$  y  $a > 0$  el movimiento es acelerado.
- (e) Si  $v < 0$  y  $a = 0$  el movimiento es retardado.
- (f) Ninguna de las afirmaciones anteriores es verdadera.

**Rta:** (f).

4. Un cuerpo puntual se mueve sobre el eje  $x$ . Dados los gráficos de variables cinemáticas en función del tiempo indicados en la figura, identifique cuál de las siguientes opciones indica un par de gráficas que pueden corresponder a un mismo movimiento: a) P y Q; b) P y S; c) P y R; d) S y R; e) S y Q; f) ninguna de las anteriores opciones indica tal par de gráficas. Nota: La curva P corresponde a un arco de parábola.



**Rta:** (b).