

UADE – Departamento de Ciencias Básicas

Física I – 3.1.052

Guía de Actividades de Formación Práctica Nro: 3

Cinemática: movimientos rectilíneos

Bibliografía sugerida:

Básica

- Resnick, Robert y Halliday, David y Krane, Kenneth S. Física;. 3a ed. en español México, D.F.: CECSA,1998.Código de Biblioteca: 53/R442a.
- Sears, Francis W. y Zemansky, Mark W. y Young, Hugh D., Física universitaria; 6a ed. en español Delaware: Addison Wesley Iberoamericana, 1988. xxi, 1110 p. Código de Biblioteca: 53/S566b.
- Alonso, Marcelo y Finn, Edward J. Física; Buenos Aires: Addison Wesley Iberoamericana, 1992.969 p, Código de Biblioteca: 53/A459a.

Complementaria

- Tipler, Paul Allen. Física para la ciencia y la tecnología; 4a ed. Barcelona: Reverté, c2001. vol.1.Código de Biblioteca: 53/T548a.
- Blackwood, Oswald H. Física general; México, D.F.: CECSA, 1980. 860 p. Código de Biblioteca: 53/B678.
- Bueche, Frederick J. Física para estudiantes de ciencias e ingeniería; 3. ed. en español México, D.F.McGraw Hill, 1992. Código de Biblioteca: 53/B952.
- Landau, L.D. y Lifshitz, E. M.. Curso de física teórica: volumen 1. Mecánica; 2a ed. corr. Barcelona, Reverté, 2002. 200 p. Código de Biblioteca: 531/L253.
- Roederer, Juan G. Mecánica elemental; Buenos Aires : EUDEBA, 2002. 245 p. Manuales. Código de Biblioteca: 531/R712.

Objetivo de la guía:

Que el alumno pueda:

- describir, tanto en forma analítica como gráfica, el movimiento de una partícula material que se mueve en una dimensión, ya sea con velocidad constante (MRU), aceleración constante (MRUV) o bien realizando un movimiento variado (MV),
- resolver problemas de encuentro y persecución combinando las ecuaciones aprendidas.
- Resolver problemas de cinemática en dos o más dimensiones.

Ejercicio 1

Una embarcación recorre en 15 h 18' una distancia de 928 km. Calcular su velocidad media en km/h y m/s.

Rta: 60.65 km/h = 16.85 m/s.

Ejercicio 2

Un móvil recorre una distancia "l" de la siguiente manera: el primer tercio a 40 km/h, el segundo a 50 km/h y el tercero a 60 km/h. Calcular la velocidad media y la velocidad promedio (km/h). Graficar la velocidad en función del tiempo y el espacio en función del tiempo.

Rta: 48.6 km/h; 50 km/h.

Ejercicio 3

Un móvil recorre una recta con velocidad constante. En los instantes $t_1 = 0,5$ s y $t_2 = 4$ s sus posiciones son $x_1 = 9,5$ cm y $x_2 = 27$ cm. Determinar:

- la velocidad del móvil.
- La posición en $t = 1$ s sabiendo que a $t = 0$ está en el origen.
- Las ecuaciones de movimiento.
- La ordenada en el instante $t_3 = 2,5$ s.
- Los gráficos de la posición del móvil en función del espacio y el tiempo.

Rtas: a) $v = 5$ cm/s; b) $x(1) = 5$ cm, c) $x(t) = x_0 + vt$, $v = \text{cte}$; ordenada = 12.5 cm.

Ejercicio 4

A la misma hora dos móviles parten uno de A y otro de B, y recorren el segmento de recta AB, de longitud "l" = 600 km, con velocidad uniforme. La velocidad v_A , de aquél que parte de A, es de 100 km/h y la v_B , velocidad del móvil que parte de B, es de 50 km/h.

- ¿A qué distancia de la estación A los móviles se encuentran?
- ¿Cuánto tiempo después de la partida se encuentran? (Resolver gráfica y analíticamente).

Rta: a) 400 km, b) 4 h.

Ejercicio 5

Dos vehículos salen simultáneamente desde un mismo punto animados de velocidad $v_A = 30$ m/s y $v_B = 50$ m/s. ¿Cuánto tiempo ha de transcurrir para que ambos móviles se encuentren separados una distancia de 1600 m. Resolver gráfica y analíticamente.

- si ambos avanzan en el mismo sentido,
- si ambos avanzan en sentido contrario.

Rta: a) 80 s, b) 20 s.

Ejercicio 6

Dos cuerpos se mueven siguiendo los lados de un ángulo recto. Partiendo simultáneamente del vértice con velocidades de 25 cm/s y 32 cm/s respectivamente.

Transcurridos 10 s ¿a qué distancia están uno del otro? Resolver gráfica y analíticamente.

Rta: 406 cm.

Ejercicio 7

Un cuerpo en movimiento rectilíneo uniforme acelerado recorre en los dos primeros segundos una distancia de 16.72 m y durante los dos segundos siguientes una distancia de 23.46 m. Determinar:

- La velocidad inicial.
- La aceleración del cuerpo.
- La distancia que recorre en los siguientes 4 s.

Rtas: a) 6.673 ms^{-1} ; b) 1.688 ms^{-2} ; c) 67.204 m.

Ejercicio 8

Una partícula se mueve en la dirección positiva del eje 0X con una rapidez constante de 50 ms^{-1} , durante 10 s. A partir de este último instante acelera constantemente durante 5 s hasta que su rapidez es de 80 ms^{-1} . Determinar:

- la aceleración de la partícula en los primeros 10 s.
- la aceleración de la partícula entre $t = 10 \text{ s}$ y $t = 15 \text{ s}$;
- el desplazamiento de la partícula entre $t = 0 \text{ s}$ y $t = 15 \text{ s}$;
- la velocidad media de la partícula entre $t = 10 \text{ s}$ y $t = 15 \text{ s}$.

Rtas: a) 0 m/s^{-2} ; b) 6 ms^{-2} ; c) 825 m; d) 65 ms^{-1} .

Ejercicio 9

Una partícula que se mueve con movimiento unidimensional sobre el eje 0X parte del origen con una velocidad inicial $v(0) = 5 \text{ ms}^{-1}$ y desacelera constantemente con una aceleración $a = -10 \text{ ms}^{-2}$. Determinar:

- la posición máxima que alcanza sobre el eje de movimiento y,
- la velocidad cuando pasa nuevamente por el origen.

Rtas: a) 1.25 m; b) -5 ms^{-1} .

Ejercicio 10

Analizar el movimiento rectilíneo correspondiente a las siguientes representaciones gráficas. Si la posición en el instante $t = 0 \text{ s}$ es 5 m, expresar analíticamente las ecuaciones de movimiento a partir de los datos incluidos en los gráficos. En ambos gráficos las velocidades se miden en m/s y el tiempo en segundos.

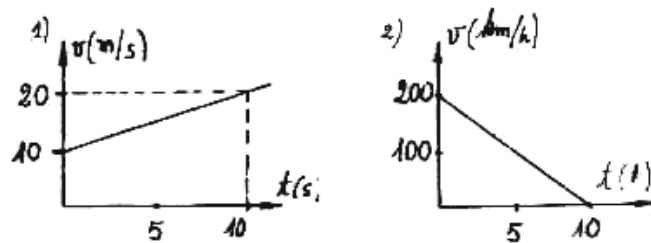


Fig. 4-3. (Problema 4-18).

Rta: para el primer gráfico: $v(t) = 10 \text{ m/s} + 1 \text{ m/s}^2 t$ y $x(t) = 5 \text{ m} + 10 \text{ m/s} t + 0.5 \text{ m/s}^2 t^2$;
para el segundo gráfico: $v(t) = 200 \text{ m/s} - 20 \text{ m/s}^2 t$ y $x(t) = 5 \text{ m} + 200 \text{ m/s} t - 10 \text{ m/s}^2 t^2$.

Ejercicio 11 (PROBLEMA RESUELTO al final de la guía)

El gráfico siguiente ilustra la variación de la velocidad $v(t)$ de una partícula que se mueve sobre el eje OX de un sistema de coordenadas en función del tiempo. Si en $t = 0$ la partícula está en el origen del sistema, determinar:

- la aceleración de la partícula en $t = 1$ s.
- el desplazamiento de la partícula entre $t = 0$ s y $t = 3$ s.
- la velocidad media de la partícula entre $t = 4$ s y $t = 9$ s.
- la posición de la partícula en función del tiempo $x(t)$ en el intervalo $t = 0$ s y $t = 2$ s.
- los intervalos de tiempo en que la partícula se dirige hacia el origen.

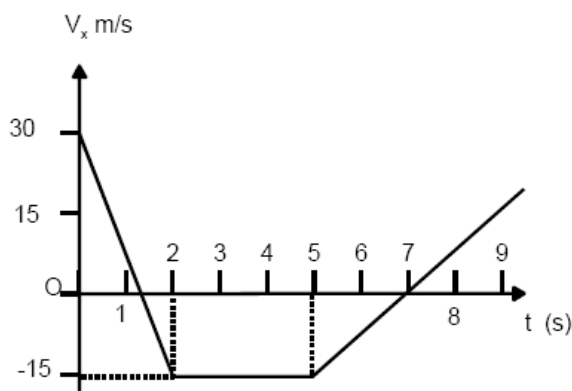


Fig. 4-4 (problema 4-19).

Rtas: a) $-(45/2) \text{ ms}^{-2}$; b) $\Delta x = 0$; c) $v_m = -3 \text{ ms}^{-1}$; d) $x(t) = 30t - (45/4)t^2$; e) la partícula parte alejándose del origen hacia la derecha hasta que $v(t) = 30 - (45/2)t = 0$, o sea, $t = 4/3$ s. Luego se mueve hacia la izquierda acercándose al origen hasta que $x(t) = 15 - 15(t-2) = 0$, o sea, hasta $t = 3$ s. Luego se alejará del origen nuevamente hasta que $v = 0$ y esto ocurre si $t = 7$ s. De ahí se acercará hasta cuando lo cruce de nuevo, esto es cuando $-30 - 15(t-5) + (15/4)(t-5)^2 = 0$, con solución $t = 7 + 2(3)^{0.5} = 10.464$ s. En consecuencia se acerca al origen si: $4/5 \text{ s} < t < 3 \text{ s}$ y $7 \text{ s} < t < 10.464 \text{ s}$.

Ejercicio 12

Dos partículas A y B se mueven con velocidad constante sobre un mismo eje OX en sentido contrario de manera que en $t = 0$ cuando B pasa por Q su velocidad es $v_B(0) = -5 \text{ ms}^{-1}$, A pasa por P con velocidad $v_A(0) = 6 \text{ ms}^{-1}$. La distancia entre los puntos P y Q es de 142 m. Determinar las aceleraciones constantes que deben aplicar ambas partículas para que se detengan simultáneamente justo antes de chocar.

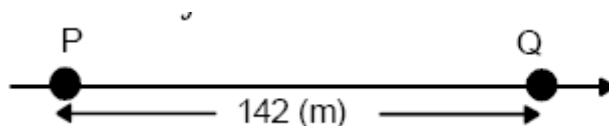


Fig. 4-6 (Problema 4-21).

Rta: $a_B = 0.193 \text{ ms}^{-2}$; $a_A = 0.232 \text{ ms}^{-2}$.

Ejercicio 13

Dos partículas A y B salen al mismo tiempo desde el origen de un sistema de coordenadas moviéndose en sentido positivo del eje OX. La partícula A tiene una velocidad inicial de $v_A(0) = 18 \text{ ms}^{-1}$ y una aceleración constante $a_A = 4 \text{ ms}^{-2}$, mientras que la partícula B tiene una velocidad inicial de $v_B(0) = 10 \text{ ms}^{-1}$ y una aceleración constante $a_B = 8 \text{ ms}^{-2}$. Determinar el instante en que las partículas se encuentran nuevamente.

Rta: $t = 4 \text{ s}$.

Ejercicio 14

Desde lo alto de un edificio se lanza verticalmente hacia arriba una pelota con una rapidez de 12.5 ms^{-1} . La pelota llega a tierra 4.25 s después. Determine:

a) la altura del edificio.

b) El vector velocidad de la pelota al llegar al suelo.

Rta: a) 37.19 m ; b) $\mathbf{V} = (0, -30 \text{ m/s}, 0)$.

Ejercicio 15

Se deja caer un cuerpo desde una altura inicial de 33 m y simultáneamente se lanza hacia abajo otro cuerpo con una rapidez inicial de 1 ms^{-1} . Encontrar el instante en que la distancia entre ellos es de 18 m .

Rta: 18 s .

Ejercicio 16

Un cuerpo que cae recorre en el último segundo 68.3 m . Hallar la altura desde donde cae.

Rta: 268.6 m .

Ejercicio 17 (PROBLEMA RESUELTO al final de la guía)

Se deja caer en un pozo una piedra. Al cabo de 8 s de soltarla se oye su choque con el agua. La velocidad de propagación del sonido en el aire es de 340 m/s . Calcular la profundidad del pozo suponiendo que la piedra desciende en caída libre.

Rta. $257,1 \text{ m}$.

Ejercicio 18

Desde un globo a una altura de 175 m sobre el suelo y ascendiendo con una velocidad de 8 m/s se suelta un objeto. Calcular:

a) la máxima altura alcanzada por éste,

b) la posición y la velocidad del objeto al cabo de 5 s ,

c) el tiempo que tardara en llegar al suelo.

Rtas: $178,27 \text{ m}$, $92,5 \text{ m}$, -41 m/s , $6,95 \text{ s}$.

Ejercicio 19

Se tiran dos cuerpos verticalmente hacia arriba con la misma velocidad de salida de 100 m/s, pero separados 4 s. ¿Qué tiempo transcurrirá desde que se lanzó el primero para que se vuelvan a encontrar?

Rta: 12,20 s.

Ejercicio 20

Una partícula se desplaza en línea recta de acuerdo a la ecuación:

$$x = (2kt + x_0)^{1/2}$$

Demostrar que la aceleración de la partícula es:

$$a = -k^2/x^3$$

y que para x tendiendo a infinito la velocidad tiende a cero. Calcular la velocidad de la partícula en $t = 0$.

Ejercicio 21

La posición de una partícula que se mueve sobre el eje OX de un sistema de coordenadas está dada por:

$$x(t) = 1 + 8t - 2t^2$$

donde la posición está en metros y el tiempo en segundos. Determinar:

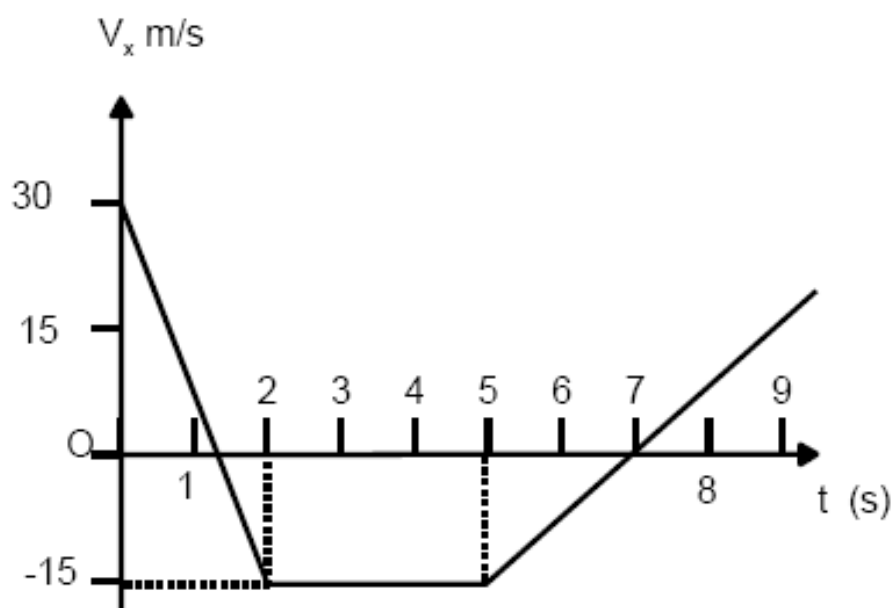
- a) la velocidad en $t = 5$ s;
- b) la aceleración en $t = 2$ s;
- c) el instante en que la partícula cambia su sentido de movimiento;
- d) el desplazamiento de la partícula en $t = 0$ y en $t = 4$ s.
- e) el espacio recorrido en $t = 0$ s y $t = 4$ s.
- f) el espacio recorrido entre $t = 0$ s y $t = 5$ s.

Rtas: a) $v(5) = -12 \text{ ms}^{-1}$; b) $a(5) = -4 \text{ ms}^{-2}$; c) $t = 2$ s; d) $\Delta x = 0$ m, e) 16 m, f) 26 m.

PROBLEMAS RESUELTOS

PROBLEMA 11

El gráfico siguiente ilustra la variación de la velocidad $v(t)$ de una partícula que se mueve sobre el eje OX de un sistema de coordenadas en función del tiempo. Si en $t=0$ la partícula está en el origen del sistema, determinar:



- a) La aceleración de la partícula en $t = 1$ s.
- b) El desplazamiento de la partícula entre $t = 0$ s y $t = 3$ s.
- c) La velocidad media de la partícula entre $t = 4$ s y $t = 9$ s.
- d) La posición de la partícula en función del tiempo $x(t)$ (ecuación itinerario) en el intervalo de $t = 0$ s a $t = 2$ s.
- e) Los intervalos de tiempo en que la partícula se dirige hacia el origen.

Solución. Es conveniente primero evaluar las aceleraciones (pendientes del gráfico dado) en los tres tramos. Así resulta

$$a_1 = -\frac{45}{2} \text{ m s}^{-2}, \quad a_2 = 0 \text{ m s}^{-2}, \quad a_3 = \frac{15}{2} \text{ m s}^{-2}$$

luego al utilizar la ecuación

$$x(t) = x(0) + v(0)t + \frac{1}{2}at^2,$$

resulta $x(t)$ para todo el recorrido

$$x(t) = x(0) + v(0)t + \frac{1}{2}a_1t^2 = 30t - \frac{45}{4}t^2 \text{ para } t \leq 2$$

$$x(2) = 15 \text{ m}$$

$$x(t) = x(2) + v(2)(t-2) + \frac{1}{2}a_2(t-2)^2 = 15 - 15(t-2) \text{ para } 2 \leq t \leq 5$$

$$x(5) = -30 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} x(t) &= x(5) + v(5)(t-5) + \frac{1}{2}a_3(t-5)^2 \\ &= -30 - 15(t-5) + \frac{15}{4}(t-5)^2 \text{ para } 5 \leq t \end{aligned}$$

luego las respuestas serán:



$$\text{a) } a(1) = -\frac{45}{2} \text{ m s}^{-2}$$

b) $\Delta x = x(3) - x(0) = 15 - 15(3 - 2) = 0$

c)

$$v_m = \frac{x(9) - x(4)}{9 - 4} = \frac{-30 - 15(9 - 5) + \frac{15}{4}(9 - 5)^2 - (15 - 15(4 - 2))}{9 - 4} = -3 \text{ m s}^{-1}$$

d) $x(t) = 30t - \frac{45}{4}t^2$

e) la partícula parte alejándose del origen hacia la derecha hasta que $v(t) = 30 - \frac{45}{2}t = 0$ o sea $t = \frac{4}{3}$ s. Luego se mueve hacia la izquierda acercándose al origen hasta que $x(t) = 15 - 15(t - 2) = 0$ o sea hasta $t = 3$ s. Luego se alejará del origen nuevamente hasta que $v = 0$ y esto ocurre si $t = 7$ s. De ahí se acercará hasta cuando lo cruce de nuevo esto es cuando $-30 - 15(t - 5) + \frac{15}{4}(t - 5)^2 = 0$, con solución $t = 7 + 2\sqrt{3} = 10.4641$ s. En consecuencia se acerca al origen si $\frac{4}{3} \text{ s} < t < 3 \text{ s}$ y $7 \text{ s} < t < 10.461 \text{ s}$

PROBLEMA 17

Una piedra se deja caer a un pozo de profundidad desconocida. El ruido del impacto en el fondo se escucha un tiempo T después de soltada la piedra. Si la rapidez del sonido es u_s , determinar en términos de T , u_s y g , la profundidad del pozo.

Solución. Sea t_1 el tiempo de caída de la piedra y t_2 el tiempo que demora el sonido en llegar. Entonces

$$\begin{aligned}\frac{1}{2}gt_1^2 &= h, \\ u_st_2 &= h,\end{aligned}$$

luego

$$T = t_1 + t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} + \frac{h}{u_s},$$

y despeje h

$$h = \frac{u_s^2}{2g} \left(\sqrt{1 + \frac{2gT}{u_s}} - 1 \right)^2.$$