

UADE – Departamento de Ciencias Básicas

Introducción a la Física – 3.1.045

Guía de problemas Nro: 2

Cinemática: movimientos rectilíneos y circular.

Bibliografía sugerida:

Básica

- Resnick, Robert y Halliday, David y Krane, Kenneth S. *Física*; Edición: 5a ed. México: Patria, c2007. 2 v.: il. ISBN: 9789702402572/9789702403265.
- Serway, Raymond y Vuille, Chris. Fundamentos de Física. Novena edición, Vol 1 y Vol 2. México: Cengage 1230p. ISBN 13-978-607481781-2.

Complementaria

- Tipler, Paul Allen. *Física para la ciencia y la tecnología*; 6ta ed. Barcelona: Reverté, c2010. vol.1. ISBN: 9788429144284.
- Bueche, Frederick J. *Física para estudiantes de ciencias e ingeniería*; 3. ed. en español México, D.F.: McGraw Hill, 1992. ISBN: 9789684221161.
- 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. ISBN: 9780201640137.

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), o aceleración constante (MRUV).
- aprenda a describir el movimiento de un cuerpo puntual animado de un movimiento circular uniforme en diferentes situaciones de interés.
- resolver problemas de encuentro y persecución combinando las ecuaciones aprendidas.
- resolver problemas de cinemática e interpretar sus gráficos.

Problema 1

Una embarcación recorre en 12 h 12' una distancia de 1025 km. Calcular su velocidad media en km/h y m/s.

Rtas.: 84,02 km/h = 23,34 m/s.

Problema 2

Un móvil recorre una distancia "L" de la siguiente manera: el primer tercio lo hace a 30 km/h, el segundo a 40 km/h y el tercero a 50 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.

Rtas.: 38,3 km/h y 40 km/h.

Problema 3

Un móvil recorre una recta con velocidad constante. En los instantes $t_1 = 0,5$ s y $t_2 = 3$ s. sus posiciones son $x_1 = 5,5$ cm y $x_2 = 23$ cm. Determinar:

- la velocidad del móvil (cm/s).
- La posición en $t = 0$ s y para $t = 1$ s.
- Las ecuaciones de movimiento.
- El instante que pasa por la posición 13,06 cm.
- Los gráficos de la posición y velocidad del móvil en función del tiempo.

Rtas.: a) $v = 7$ cm/s; b) $x(0) = 2$ cm y $x(1) = 9$ cm; c) $x(t) = 2$ cm + 7 cm/s.t y $v = 7$ cm/s; d) $t = 1,58$ s.

Problema 4

A la misma hora dos móviles pasan uno de A y otro de B, y recorren el segmento de recta AB de longitud "L" = 450 km con velocidad uniforme. La velocidad v_A , de aquél que pasa por A, es de 100 km/h y la v_B , velocidad del móvil que pasa por 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).

Rtas.: a) 300 km; b) 3 h.

Problema 5

Dos vehículos salen simultáneamente desde un mismo punto animados de velocidades constantes de $v_A = 20$ m/s y $v_B = 144$ km/h y en línea recta. ¿Cuántos segundos ha de transcurrir para que ambos móviles se encuentren separados una distancia de 800 m? Resolver gráfica y analíticamente.

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

Rtas.: a) 40 s; b) 13,33 s.

Problema 6

Una partícula que se mueve con movimiento unidimensional sobre el eje OX parte del origen con una velocidad inicial $v(0) = 15$ ms⁻¹ y desacelera constantemente a razón de -10 ms⁻². Determinar:

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

Rtas.: a) 11,25 m; b) - 15 ms⁻¹.

Problema 7 (PROBLEMA RESUELTO AL FINAL DE LA GUÍA)

Una partícula se mueve en la dirección positiva del eje 0X con una rapidez constante de 20 ms^{-1} , durante 20 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 la primera etapa.
- la aceleración de la partícula entre los 20 s y 25 s.
- el desplazamiento de la partícula entre los 0 s y 15 s.
- la velocidad media de la partícula entre 0 s y 25 s.

Rtas.: a) 0 m/s^2 ; b) 12 ms^{-2} ; c) 300 m; d) 26 ms^{-1} .

Problema 8

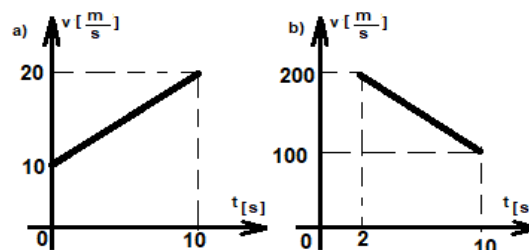
Un cuerpo en movimiento rectilíneo uniforme acelerado recorre en los tres primeros segundos una distancia de 73,5 m y durante los dos segundos siguientes una distancia de 64 m. Determinar:

- La velocidad inicial.
- La aceleración del cuerpo.
- La distancia que recorre en los siguientes 6 s. ¿Qué posición tiene en ese instante respecto al punto de partida?

Rtas.: a) 20 ms^{-1} ; b) 3 ms^{-2} ; c) 264 m y 401,5 m.

Problema 9

Analizar el movimiento rectilíneo correspondiente a las siguientes representaciones gráficas. Si la posición en el instante inicial es 15 m, expresar analíticamente las ecuaciones de movimiento a partir de los datos incluidos en los gráficos. ¿Qué representa cada gráfico?



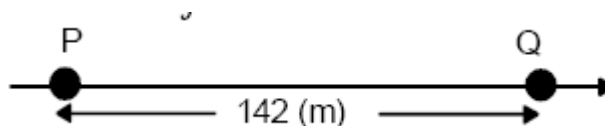
Rtas.: ambos gráficos representan la velocidad en función del tiempo.

a) $v(t) = 10 \text{ m/s} + 1 \text{ m/s}^2 \cdot t$; $x(t) = 15 \text{ m} + 10 \text{ m/s} \cdot t + 0.5 \text{ m/s}^2 \cdot t^2$

b) $v(t) = 200 \text{ m/s} - 12,5 \text{ m/s}^2 \cdot (t-2\text{s})$; $x(t) = 15 \text{ m} + 200 \text{ m/s} \cdot (t-2\text{s}) - 6,25 \text{ m/s}^2 \cdot (t-2\text{s})^2$.

Problema 10 (PROBLEMA RESUELTO AL FINAL DE LA GUÍA)

Dos partículas puntuales, A y B se mueven con velocidad constante sobre un mismo eje 0X en sentido contrario. En el instante $t = 0 \text{ s}$, la B pasa por Q con rapidez 5 ms^{-1} y la A pasa por P con rapidez 6 ms^{-1} . La distancia entre los puntos P y Q es de 142 metros. Determinar las aceleraciones constantes que deberían aplicar ambas partículas para que se detengan simultáneamente justo antes de chocar.



Rtas.: $a_B = 0,194 \text{ ms}^{-2}$; $a_A = -0,232 \text{ ms}^{-2}$.

Ejercicio 11

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 y ¿qué velocidad posee cada uno en ese instante?

Rtas.: $t = 4 \text{ s}$; $v_A(4) = 34 \text{ ms}^{-1}$ y $v_B(4) = 42 \text{ ms}^{-1}$

Nota: Puede usar $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

Problema 12

Desde lo alto de un edificio se lanza verticalmente hacia arriba una pelota con una rapidez de $10,5 \text{ ms}^{-1}$. La pelota llega a tierra $3,25 \text{ s}$ después. Determine:

- a) la altura del edificio.
- b) El vector velocidad de la pelota al llegar al suelo.

Rtas.: a) $18,69 \text{ m}$; b) $\mathbf{V} = (0; -22) \text{ m/s}$.

Problema 13

Se deja caer un cuerpo desde una altura inicial de 43 m y simultáneamente se lanza hacia abajo otro cuerpo y desde la misma altura, con una rapidez inicial de 2 ms^{-1} . Encontrar el instante en que la distancia entre ellos es de 12 m .

Rta.: 6 s .

Problema 14 (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.: $257,1 \text{ m}$.

Problema 15

Desde un globo a una altura de 180 m sobre el suelo y ascendiendo con una velocidad constante de 12 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 4 s ,
- c) el tiempo que tardara en llegar al suelo.

Rtas.: a) $187,2 \text{ m}$; b) 148 m y -28 m/s ; c) $7,32 \text{ s}$.

Problema 16

Se tiran dos cuerpos verticalmente hacia arriba con la misma velocidad de salida de 144 km/h , tiro uno y 3 s después el otro. ¿Qué tiempo transcurrirá desde que se lanzó el primero para que se vuelvan a encontrar? ¿Cuál es la velocidad de cada uno en el encuentro? Describir el encuentro.

Rtas.: $5,5 \text{ s}$; $v_1 = -15 \text{ m/s}$ y $v_2 = 15 \text{ m/s}$. En el encuentro el cuerpo A está descendiendo y el B ascendiendo.

Problema 17

Una piedra está girando en el extremo de una cuerda de 50 cm de largo. Realiza 8 revoluciones completas en 2 segundos. Se desea conocer:

- a) la velocidad angular en rad/s,
- b) la velocidad lineal,
- c) la longitud del arco recorrido al cabo de 4 s.
- d) el ángulo total girado al cabo de 4 s.

Rtas.: a) 25,1 1/s; b) 12,57 m/s; c) 50,27 m; d) 100,5 rad.

Problema 18

Un automóvil que viaja a 80 km/h toma una curva de 250 m de radio. Hallar la velocidad angular en rad/s y la aceleración centrípeta. Dibujar un esquema con todos los vectores cinemáticos.

Rtas.: 0,089 1/s y 1,98 m/s².

Problema 19

Calcular la velocidad angular y la frecuencia con la que debe girar una rueda para que los puntos situados a 30 cm del eje estén sometidos a una aceleración que sea 100 veces la de la gravedad.

Rtas.: 57,74 1/s y 9,2 r.p.s.

Problema 20

En el modelo del átomo de hidrógeno de Bohr, un electrón gira alrededor de un protón en una órbita circular de $5,28 \times 10^{-11}$ m de radio, con una rapidez de $2,18 \times 10^6$ m/s. ¿Cuál es la aceleración del electrón en el átomo de hidrógeno?

Rta.: 9×10^{22} m/s²

Problema 21 (PROBLEMA RESUELTO AL FINAL DE LA GUÍA)

La luna gira alrededor de la tierra dando una revolución completa de 27,3 días. Suponiendo que la órbita sea circular y de radio $3,85 \times 10^5$ Km, ¿cuál es la aceleración de la luna hacia la tierra? ¿y cuántas veces la gravedad superficial terrestre?

Rtas.: $2,73 \times 10^{-3}$ m/s² y $0,2785 \times 10^{-3}$ veces.

PROBLEMAS RESUELTOS

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. 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

$$\begin{aligned}\frac{1}{2}gt_1^2 &= h, \\ u_s t_2 &= h,\end{aligned}$$

luego

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

y despeje h

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

Una partícula se mueve en la dirección positiva del eje OX con una rapidez constante de 20 ms^{-1} , durante 20 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 la primera etapa.
- la aceleración de la partícula entre los 20 s y 25 s.
- el desplazamiento de la partícula entre los 0 s y 15 s.
- la velocidad media de la partícula entre 0 s y 25 s.

Solución:

⑦ partícula con MRU + MRUV.

1ª etapa MRU $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ \Rightarrow a) No cambia la velocidad $a = 0$
 $\Delta t_1 = 20 \text{ s}$

2ª etapa MRUV $a = \text{cte.}$
 $v_F = 80 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
 $v_i = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
 $\Delta t_2 = 5 \text{ s}$

b) $a = \frac{v_F - v_i}{\Delta t_2} = \frac{80 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5 \text{ s}} \Rightarrow a = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

c) 0 a 15 seg \rightarrow 1ª etapa.

$x(t) = 0 \text{ m} + 20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 15 \text{ s} \Rightarrow x(t) = 300 \text{ m}$

d) $v_M = \frac{\Delta x_T}{\Delta t_T} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2}{20 \text{ s} + 5 \text{ s}} = \frac{(20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 20 \text{ s}) + (20 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 5 \text{ s} + \frac{1}{2} 12 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (5 \text{ s})^2)}{25 \text{ s}}$

$v_M = \frac{400 \text{ m} + 250 \text{ m}}{25 \text{ s}} \Rightarrow v_M = 26 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

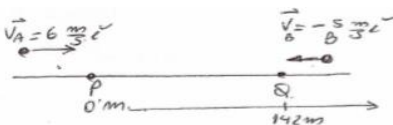
Dos partículas puntuales, A y B se mueven con velocidad constante sobre un mismo eje OX en sentido contrario. En el instante $t = 0 \text{ s}$, la B pasa por Q con rapidez 5 ms^{-1} y la A pasa por P con rapidez 6 ms^{-1} . La distancia entre los puntos P y Q es de 142 metros. Determinar las aceleraciones constantes que deberían aplicar ambas partículas para que se detengan simultáneamente justo antes de chocar.

Solución:

⑩ MRUV (encuentro)

ambas tienen que ir frenando

$$\begin{cases} x_{A(t)} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} t + \frac{1}{2} a_A t^2 \\ x_{B(t)} = 142 \text{ m} - 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} t + \frac{1}{2} a_B t^2 \end{cases}$$



en el encuentro $x_A = x_B$

$$6 \frac{\text{m}}{\text{s}} t + \frac{1}{2} a_A t^2 = 142 \text{ m} - 5 \frac{\text{m}}{\text{s}} t + \frac{1}{2} a_B t^2$$

$$\frac{1}{2} a_A t^2 - \frac{1}{2} a_B t^2 = 142 \text{ m} - 11 \frac{\text{m}}{\text{s}} t$$

$$\frac{1}{2} (a_A - a_B) t^2 = 142 \text{ m} - 11 \frac{\text{m}}{\text{s}} t$$

$$(a_A - a_B) t^2 = 284 \text{ m} - 22 \frac{\text{m}}{\text{s}} t$$

$$(a_A - a_B) \cdot t \cdot t = 284 \text{ m} - 22 \frac{\text{m}}{\text{s}} t$$

$$-11 \frac{\text{m}}{\text{s}} t = 284 \text{ m} - 22 \frac{\text{m}}{\text{s}} t$$

$$t = 25,82 \text{ s} \quad \text{ambas se encuentran}$$

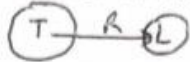
$$0 = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} + a_A \cdot 25,82 \text{ s} \Rightarrow a_A = -0,23 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$0 = -5 \frac{\text{m}}{\text{s}} + a_B \cdot 25,82 \text{ s} \Rightarrow a_B = 0,19 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

La luna gira alrededor de la tierra dando una revolución completa de 27,3 días. Suponiendo que la órbita sea circular y de radio $3,85 \times 10^5 \text{ Km}$, ¿cuál es la aceleración de la luna hacia la tierra? ¿y cuántas veces la gravedad superficial terrestre?

Solución:

21 sistema Tierra-Luna



período $T = 27,3 \text{ días} = 655,2 \text{ h} = 2358720 \text{ s}$.

$R = 3,85 \cdot 10^5 \text{ km} = 3,85 \cdot 10^8 \text{ m}$.

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2358720 \text{ s}}$$

$$\omega = 2,66 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{s}}$$

$$a_c = \omega^2 R$$

$$a_c = \left(2,66 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{s}} \right)^2 3,85 \cdot 10^8 \text{ m}$$

$$a_c = 2,73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\frac{a_c}{g} = \frac{2,73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,000273 \text{ veces}$$