

COLECCIÓN RACSO

Problemas de

FÍSICA

y cómo resolverlos



 **RACSO**
EDITORES

Por:

Dr. Félix Aucallanchi V.



Análisis Dimensional

1.1. Sistema absoluto

Sub-sistema	L	M	T
CGS	<i>cm</i>	<i>g</i>	<i>s</i>
MKS	<i>m</i>	<i>kg</i>	<i>s</i>
FPS	<i>pie</i>	<i>lb</i>	<i>s</i>

1.2. Sistema técnico

Sub-sistema	L	F	T
CGS	<i>cm</i>	<i>g</i>	<i>s</i>
MKS	<i>m</i>	<i>kg</i>	<i>s</i>
FPS	<i>pie</i>	<i>lb</i>	<i>s</i>

1.3. Sistema Internacional de Unidades (S.I.)

MAGNITUD FUNDAMENTAL	SIMBOLO	UNIDAD BASICA	SIMBOLO
Longitud	L	<i>metro</i>	<i>m</i>
Masa	M	<i>kilogramo</i>	<i>kg</i>
Tiempo	T	<i>tiempo</i>	<i>s</i>
Temperatura termodinámica	θ	<i>kelvin</i>	<i>K</i>
Intensidad de corriente eléctrica	I	<i>ampere</i>	<i>A</i>
Intensidad luminosa	J	<i>candela</i>	<i>cd</i>
Cantidad de sustancia	N	<i>mol</i>	<i>mol</i>

MAGNITUD AUXILIAR	UNIDAD BASICA	SIMBOLO
Angulo sólido	radián	<i>rad</i>
Angulo diedro	estereorradián	<i>sr</i>

$$\text{Unidad de } (x) = m^a \cdot kg^b \cdot s^c \cdot K^d \cdot A^e \cdot cd^f \cdot mol^g \cdot rad^h \cdot sr^i$$

1.4. Fórmula dimensional

$$[x] = L^a M^b T^c \theta^d N^g J^f I^e \quad (1.1)$$

siendo: $a, b, c, \dots, g$ = números reales.

Las expresiones numéricas como los números reales, funciones trigonométricas, logarítmicas y exponenciales, por ser adimensionales, se les representan por la unidad (1).

Fórmulas empíricas

1.29. La relación de Louis de Broglie para la interpretación física de la dualidad onda-partícula establece que cualquier masa o partícula que se mueve a cierta velocidad tiene asociada una onda electromagnética cuya longitud de onda (λ) depende de la constante de Planck (h) y de su cantidad de movimiento (P), tal que: $\lambda = h^x \cdot P^y$. ¿Cuáles son los valores de x e y que logran homogenizar la fórmula dada?

1.30. La potencia (Pot) que requiere la hélice mayor de un helicóptero viene dada por la siguiente fórmula:

$$Pot = k R^x \omega^x D^z$$

siendo: k = número; R = radio de la hélice; ω = velocidad angular; d = densidad del aire. Hallar la expresión final de la fórmula empírica.

1.31. La presión (p) que ejerce un chorro de agua sobre una placa vertical viene dada por la siguiente fórmula empírica:

$$p = k Q^x d^y A^z$$

siendo: k = constante numérica; d = densidad del agua; A = área de la placa; Q = caudal en m^3/s . Determinar la expresión final de la fórmula.

1.32. La frecuencia de oscilación (f) en s^{-1} de un péndulo simple depende de su longitud l y de la aceleración de la gravedad (g) de la localidad. Determinar una fórmula empírica para la frecuencia.

1.33. El periodo de un planeta que gira en una órbita circular depende del radio de la órbita (R), de la masa de la estrella (M) y de la constante G . Sabiendo que G es la constante de Gravitación Universal, determinar una fórmula empírica para el periodo.

1.34. Rocío, una eficiente enfermera, ha observado que la potencia (P) con que aplica una inyección depende de la densidad (d) del líquido encerrado, de la velocidad (v) del émbolo al expulsar el líquido y del tiempo de aplicación de la inyección (t). Martín, un ingeniero de la UNI le ha conseguido una fórmula con los datos que ella le ha proporcionado. Si $d = 0,8 \text{ g/cm}^3$, $v = 5 \text{ cm/s}$, y $t = 2 \text{ s}$, entonces $P = 0,9 \text{ watts}$. Cuál será la fórmula descubierta?

1.35. Si se tomaran como magnitudes fundamentales la aceleración (A), la masa (M) y el tiempo (T), ¿Cuál sería la fórmula dimensional de la constante de gravitación universal (G)? Sugerencia: Utilizar el resultado del problema 1.2.

1.36. Se forma un sistema de unidades tomando como unidades fundamentales: $U(L) = 3m$; $U(M) = 5kg$; $U(T) = 3s$. Si la unidad de potencia en el Sistema Internacional es el watt, hallar la relación con la unidad de potencia $U(P)$ del nuevo sistema formado.

1.37. Se forma un sistema cuyas unidades son:

a) Velucio (Velocidad de la luz = $300\,000 \text{ km/s}$).

b) Gravio (Aceleración igual a la gravedad).

c) Trevio (Trabajo necesario para elevar una masa de 1 kg hasta una altura de 1 m).

Hallar la equivalencia entre la unidad de masa del sistema dado y la unidad de masa del sistema CGS absoluto.

1.38. La resistencia W que ofrece el aire en kg/m^2 está dada por: $W = 0,05 v^2$, siendo v la velocidad en km/h . ¿Cuál será la expresión que nos permite calcular W en N/m^2 cuando v se da en m/s ? ($1 \text{ kg} = 9,8 \text{ N}$; $1 \text{ km} = 10^3 \text{ m}$; $1 \text{ h} = 3\,600 \text{ s}$).

2

Análisis Vectorial

2.1. Vector

$$\bar{V} = V/\theta \quad (2.1)$$

siendo V el módulo del vector, y θ el ángulo direccional.

2.2. Adición de vectores

2.2.a. Método del paralelogramo (Fig. 2.1)

$$\bar{R} = \bar{A} + \bar{B} \quad (2.2)$$

$$R = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta} \quad (2.3)$$

$$R_{\text{máx}} = A + B \Leftrightarrow \bar{A} \uparrow \uparrow \bar{B} \quad (2.4)$$

$$R_{\text{mín}} = A - B \Leftrightarrow \bar{A} \uparrow \downarrow \bar{B} \quad (2.5)$$

siendo A y B los módulos de los vectores, y siempre de signo positivo.

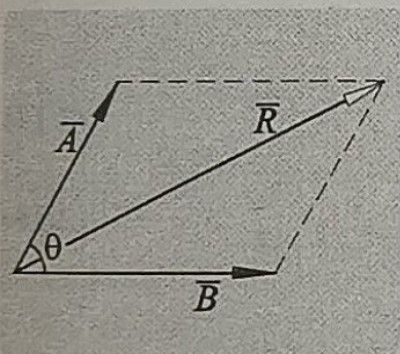


Fig. 2.1

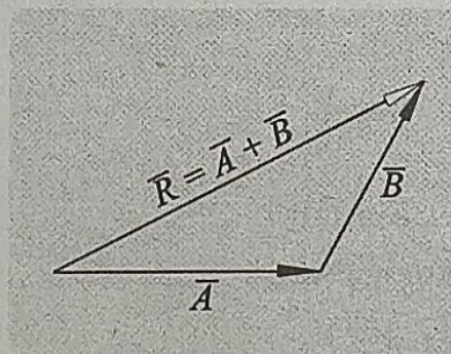


Fig. 2.2

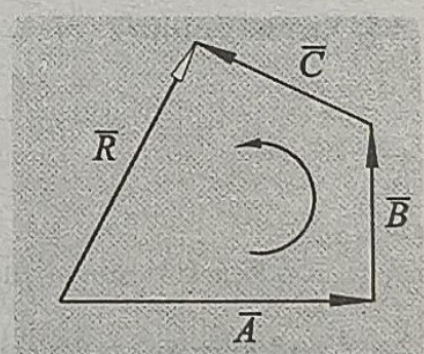


Fig. 2.3

2.2.b. Método del triángulo.- El vector resultante es aquel que cierra el triángulo (Fig. 2.2).

2.2.c. Método del polígono (Fig. 2.3).- El vector resultante es el que cierra el polígono:

$$\bar{R} = \bar{A} + \bar{B} + \bar{C}$$

Nota: Si el polígono vectorial es cerrado, la resultante es **nula**.

2.3. Sustracción de vectores (Fig. 2.4)

$$\bar{D} = \bar{A} - \bar{B} \quad (2.6)$$

$$D = \sqrt{A^2 + B^2 - 2AB \cos \theta} \quad (2.7)$$

2.58. Para el sistema mostrado, hallar el valor de α para que la resultante sea vertical y hacia arriba y cuyo valor exceda en 20% a A.

2.59. Hallar el valor de α para que la resultante del sistema forme 53° con el eje positivo x ($\beta = 37^\circ$).

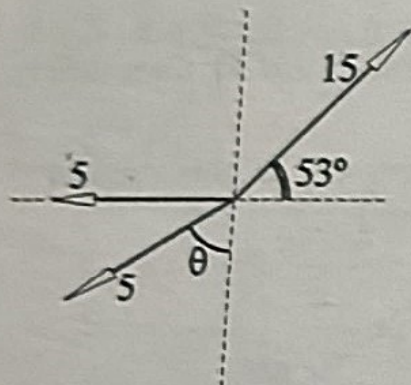


Fig. Prob. 2.57

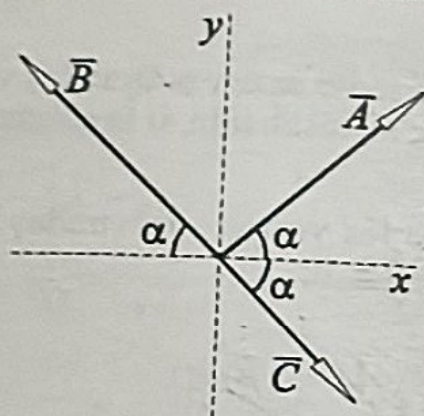


Fig. Prob. 2.58

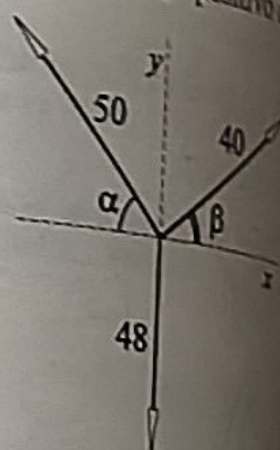


Fig. Prob. 2.59

2.60. Calcular D , si $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D} = \vec{0}$, sabiendo además que $A = 5\sqrt{3}$, y $B = 2$.

2.61. En la figura mostrada, se sabe que $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D} = \vec{0}$, $B = 3$, $C = 5\sqrt{3}$ y $D = 8$. Calcular:

a) El módulo del vector $\vec{A}$.

b) La medida del ángulo θ .

2.62. Si la resultante del sistema mostrado está en el eje X, y es igual a $3\,900\text{ N}$, encontrar:

a) Las tensiones (1) y (2), si $\alpha = 74^\circ$.

b) ¿Qué valor debe tener α para que T_2 sea mínima?

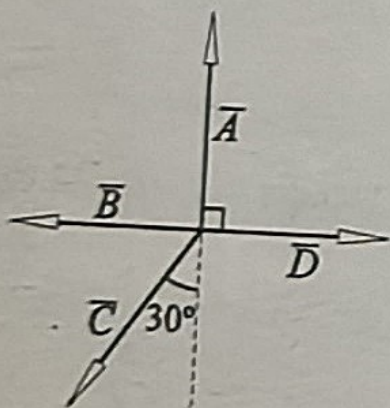


Fig. Prob. 2.60

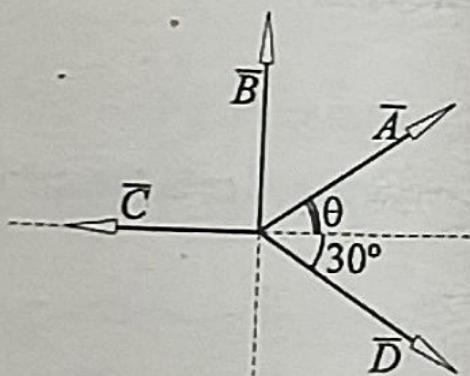


Fig. Prob. 2.61

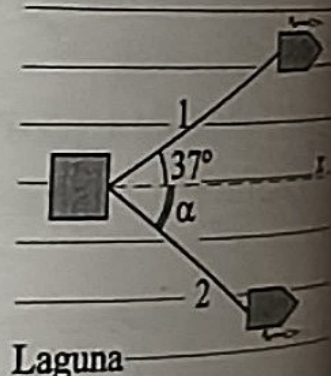


Fig. Prob. 2.62

Vectores unitarios cartesianos en el plano

2.63. Determinar un vector unitario en la dirección de $\vec{AB}$.

2.64. Calcular el módulo del vector diferencia $\vec{A} - \vec{B}$, si se sabe que: $\vec{A} = \vec{x} + \vec{y}$; $\vec{B} = \vec{p} + \vec{q}$.

2.65. Determinar el vector $\vec{X} = \vec{A} - \vec{B} + \vec{C} - \vec{D}$:

2.66. El vector $\vec{AC}$ se ha descompuesto en 2 vectores paralelos a $\vec{AM}$ y $\vec{AN}$, siendo M y N puntos medios. ¿Cuál es la magnitud del vector paralelo a $\vec{AM}$?

3

Movimiento Rectilíneo Uniforme

3.1. Concepto de velocidad lineal ($\bar{v}$)

$$\bar{v} = \frac{\bar{d}}{t} \quad \left(\frac{\text{vector desplazamiento}}{\text{tiempo}} \right) \quad (3.1)$$

$$v = \frac{d}{t} \quad \left(\text{rapidez} = \frac{\text{distancia recorrida}}{\text{tiempo}} \right) \quad (3.2)$$

3.2. Unidades de velocidad lineal

En el S.I. la velocidad se expresa en m/s . También se puede expresar en cm/s , $piels$, km/h . Para la transformación de unidades se establece que :

$$x \text{ (km/h)} = x \cdot 5/18 \text{ (m/s)} \quad (3.3)$$

$$y \text{ (m/s)} = y \cdot 18/5 \text{ (km/h)} \quad (3.4)$$

3.3. Leyes del MRU

$$1^{\text{da}} \text{ ley} \quad v = e/t \quad (3.5)$$

$$2^{\text{da}} \text{ ley} \quad e = vt \quad (3.6)$$

$$3^{\text{ra}} \text{ ley} \quad t = e/v \quad (3.7)$$

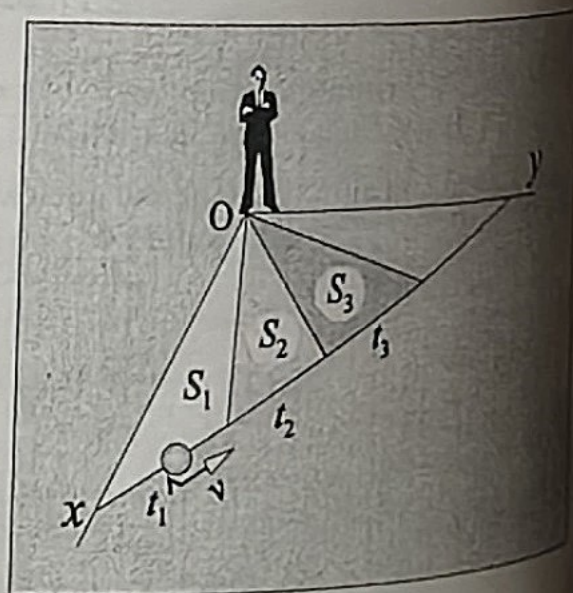
3.4. Ley de Kepler para el MRU

Un observador colocado en el origen de coordenadas cartesianas logrará certificar que un móvil con MRU logra desplazarse de tal modo que el radio vector posición barre áreas iguales en intervalos de tiempo también iguales.

$$\frac{S_1}{t_1} = \frac{S_2}{t_2} = \frac{S_3}{t_3} = \dots = \text{constante} \quad (3.8)$$

3.5. Tiempo de encuentro

$$t_e = \frac{d_s}{v_1 + v_2} \quad (v_1, v_2 \ll c) \quad (3.9)$$



3.19. Un tren demora 8 s en pasar frente a un alumno, y luego recorre íntegramente un túnel de 160 m de longitud en 48 s con velocidad constante. ¿Cuál es la longitud del tren?

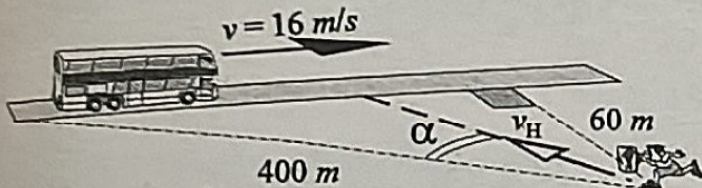


Fig. Prob. 3.16

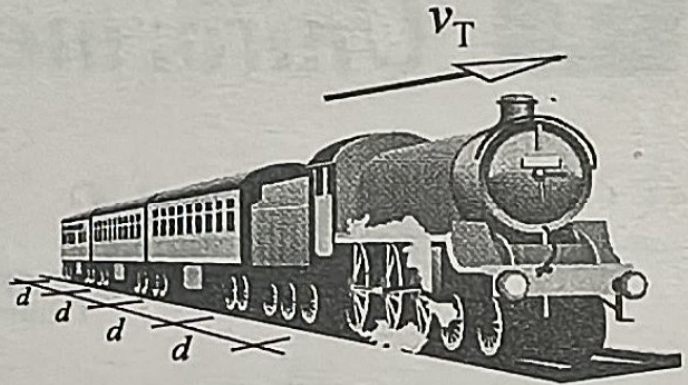


Fig. Prob. 3.18

3.20. Un observador que mira con un solo ojo se encuentra a 30 cm frente a una ventana de 20 cm de ancho, y a 12 m de él pasa un camión con una velocidad constante de 20 m/s. Si el observador lo vió durante 1 s, ¿Cuál es la longitud del camión?

3.21. Un móvil viaja con velocidad constante de la ciudad A a la ciudad B. Luego de 3 h de viaje se detiene en P durante 20 min, y continúa con 1/3 menos de su velocidad original, llegando a B con un retraso de 50 min. Se sabe que si se hubiera detenido 10 km más allá de P, sólo se hubiera retrasado 45 min. ¿Cuál es la distancia entre las ciudades?

3.22. Dos coches partieron al mismo tiempo: Uno de A en dirección a B, y el otro de B en dirección a A. Cuando se encontraron, el primero había recorrido 36 km más que el segundo. A partir de este momento (en que se encontraron) el primero tardó una hora en llegar a B, y el segundo 4 h en llegar a A. Hallar la distancia entre A y B.

3.23. En la figura se da una fotografía "borrosa" de un avión reactor en vuelo. La longitud del avión es 30 m, y la de la sección de la nariz 10 m. Si el tiempo de exposición del obturador de la cámara fotográfica es 0,1 s, haciendo uso de esta "fotografía", calcular la velocidad del avión. La línea de trazos muestra la forma del avión.

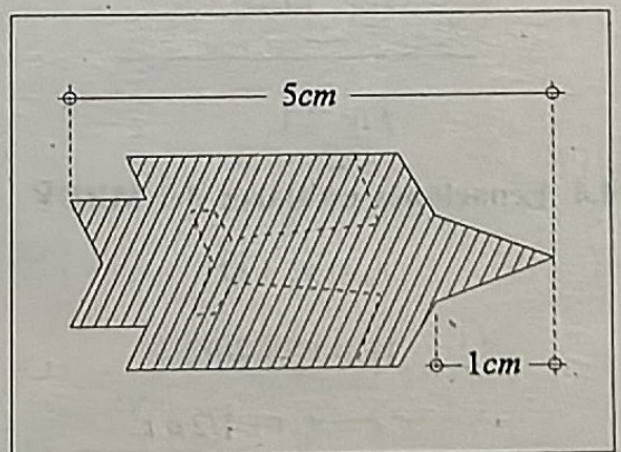


Fig. Prob. 3.23

3.24. Un automóvil se acerca hacia una tapia a una velocidad constante de 10 m/s. Si en determinado instante el chofer del automóvil hace sonar la bocina, y al cabo de 10 s escucha el eco, calcular a qué distancia se encontraba el móvil cuando el chofer hizo sonar la bocina (considerar que la velocidad del sonido es 340 m/s).

3.25. (Principio de Fermat) Una pelota de beisbol debe ser lanzada desde un punto A, chocar en un muro P y llegar hasta un punto B empleando el menor tiempo posible. La pelota mantiene siempre la misma rapidez en cualquier dirección que se mueva, y es de 2,6 m/s (considerar que el choque de la pelota con el muro es completamente elástico). Si la distancia de A hacia el muro es 3 m, de B al muro es 2 m, y la distancia entre los pies de las perpendiculares trazadas desde dichos puntos es 12 m, ¿Cuál es dicho tiempo?

4

Movimiento Rectilíneo Uniformemente Variado

4.1. Concepto de aceleración lineal ($\bar{a}$)

$$\bar{a} = \frac{\Delta \bar{v}}{\Delta t} = \left(\frac{\text{Variación del vector velocidad}}{\text{Tiempo empleado}} \right) \quad (4.1)$$

$$\bar{a} = \frac{\bar{v}_f - \bar{v}_0}{t_f - t_0} \quad (4.2)$$

$$\bar{a} = \frac{\bar{v}_f - \bar{v}_0}{t} \Leftrightarrow (t_0 = 0 \wedge t_f = t) \quad (4.3)$$

4.2. Unidades de aceleración

En el S.I. la aceleración se expresa en m/s^2 . También se puede expresar en cm/s^2 , km/h^2 , pie/s^2 .

4.3. Tipos de movimientos variados

A) Movimiento acelerado

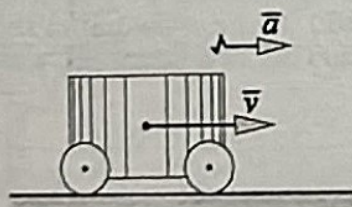


Fig. 2.1

B) Movimiento desacelerado

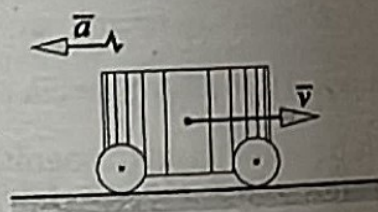


Fig. 2.2

4.4. Ecuaciones escalares del MRUV

$$v_f = v_0 + at \quad (4.4)$$

$$v_f^2 = v_0^2 + 2ae \quad (4.5)$$

$$e = v_0 t + 1/2 a t^2 \quad (4.6)$$

$$e = \left(\frac{v_0 + v_f}{2} \right) t \quad (4.7)$$

$$e_n = v_0 + 1/2 a (2n-1) \quad (4.8)$$

El signo de la aceleración a es positivo (+) si el movimiento es **acelerado**, y negativo (-) si es **desacelerado**.

de un semáforo, y aplica los frenos, retardando uniformemente su movimiento a razón de 5 m/s^2 , deteniéndose justo al lado del semáforo. ¿A qué distancia del semáforo se encontraba el automóvil cuando se encendió la luz roja? (Nota: El tiempo de reacción media para un conductor es $7/10 \text{ s}$).

4.15. Dos móviles parten del reposo con aceleraciones constantes $a_1 = 8 \text{ m/s}^2$ y $a_2 = 5 \text{ m/s}^2$. ¿Al cabo de qué tiempo el móvil 1 alcanzará al móvil 2, y qué velocidad poseerá cada uno de ellos?

4.16. Dos móviles se encuentran inicialmente en reposo, y separados por una distancia de 20 m . Si ambos parten en la misma dirección, según se indica en la figura, ¿Al cabo de qué tiempo como mínimo ambos móviles se encontrarán distanciados 4 m ?

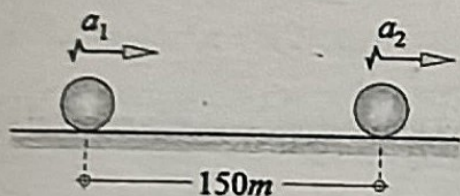


Fig. Prob. 4.15

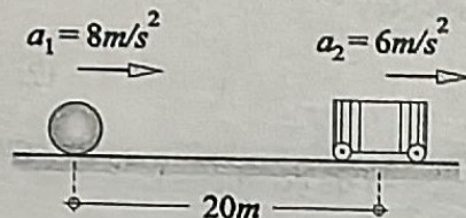


Fig. Prob. 4.16

4.17. Un auto se encuentra a 10 m de distancia de un ciclista que se mueve con MRU, y hacia el auto, que a su vez parte alejándose con aceleración constante de 4 m/s^2 . ¿Al cabo de qué tiempo ambos móviles se cruzan por segunda vez? (Velocidad del ciclista = 12 m/s).

4.18. Un pasajero se encuentra a 20 m de un omnibus detenido. Cuando el pasajero corre hacia el omnibus a razón de 6 m/s , aquel parte alejándose con aceleración constante de 1 m/s^2 . ¿En cuánto tiempo el pasajero logra alcanzar al omnibus? Si no lo alcanza, ¿Hasta qué distancia como mínimo logró acercarse al omnibus?

4.19. Un auto está esperando que cambie la luz de un semáforo. Cuando la luz cambia a verde, el auto acelera uniformemente durante 6 s a razón de 2 m/s^2 , después de lo cual se mueve con velocidad constante. En el instante que el auto comienza a moverse, un camión se mueve en la misma dirección con velocidad constante de 10 m/s y lo pasa. ¿En qué tiempo y a qué distancia se encontrarán nuevamente el auto y el camión?

4.20. Un auto y un camión se mueven a 72 km/h por una autopista. Cuando el auto está 5 m detrás del camión, comienza a acelerar hasta colocarse a 55 m delante de él. ¿Cuál será el tiempo mínimo de la operación, si la máxima aceleración del auto es $2,5 \text{ m/s}^2$, si se sabe además que su velocidad es de 90 km/h ?

4.21. Tres autos A, B y C se encuentran sobre una línea recta, estando B a igual distancia de A y C. Si el auto A se mueve hacia el Norte con velocidad constante v , y el auto C parte del reposo hacia el Sur con aceleración constante a , ¿De qué modo debe moverse el auto B paralelamente a A para que en todo instante los tres se encuentren en una misma recta?

Ecuaciones vectoriales

4.22. La posición de un móvil está dada por la siguiente ecuación, y define su posición x para todo instante t :

$$x = -28 + 8t + t^2$$

5

Caída Libre Vertical

5.1 Valores de g

g : Aceleración de la gravedad

En los polos: $g = 9,83 \text{ m/s}^2$

En el ecuador: $g = 9,78 \text{ m/s}^2$

A 45° de latitud Norte: $g = 9,805 \text{ m/s}^2$ (valor estándar)

En Lima - Perú: $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ (ubicado a 12° de latitud Sur).

5.2. Movimientos verticales

a) Hacia arriba: Movimiento desacelerado.

b) Hacia abajo: Movimiento acelerado.

Del ejemplo de la figura:

$$1^\circ) |v_1| = |v_5| ; |v_2| = |v_4|$$

$$2^\circ) v_3 = 0 \text{ (Altura máxima)}$$

$$3^\circ) t_1 = t_4 ; t_2 = t_3$$

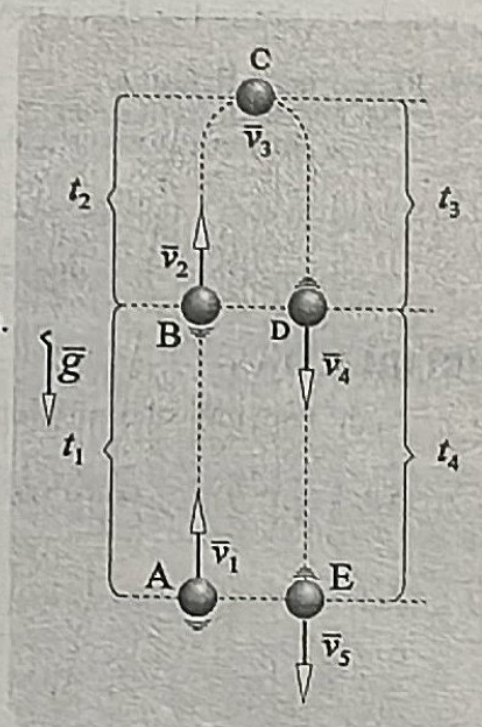


Fig 5.1

3. Ecuaciones escalares de la caída libre vertical

$$v_f = v_o \pm gt \quad (5.1)$$

$$v_f^2 = v_o^2 \pm 2gh \quad (5.2)$$

$$h = v_o t \pm 1/2 gt^2 \quad (5.3)$$

$$h = \left(\frac{v_o + v_f}{2} \right) t \quad (5.4)$$

$$h_{n^\circ} = v_o \pm 1/2 g(2n - 1) \quad (5.5)$$

El signo (+) se usará si el movimiento es descendente, y el signo (-) si el movimiento es ascendente. El término h representa la distancia vertical entre dos puntos de la trayectoria. Asimismo, h_{n° es el desplazamiento vertical en el n -ésimo segundo.

5.4. Ecuaciones vectoriales de caída libre vertical

$$\vec{v}_f = \vec{v}_0 + \vec{g} \cdot t \quad (5.6)$$

$$\vec{y}_f = \vec{y}_0 + \vec{v}_0 t + \frac{1}{2} \vec{g} \cdot t^2 \quad (5.7)$$

Cada vector se considerará positivo (+) si apunta hacia arriba, y será negativo (-) si el vector apunta hacia abajo. Por ello, g llevará el signo **negativo** delante.

5.5. Fórmulas adicionales

Para lanzamientos verticales hacia arriba:

$$t_{\text{vuelo}} = 2v_0 / g \quad (5.8)$$

$$h_{\text{máx}} = v_0^2 / 2g \quad (5.9)$$

PROBLEMAS

Nota: Para todos los problemas considere $g = 10 \text{ m/s}^2$, a menos que se indique lo contrario.

5.1. Una pelota se lanza verticalmente hacia arriba con una velocidad $v_0 = 90 \text{ m/s}$. Determinar su velocidad luego de:

- a) $t_1 = 10 \text{ s}$
- b) $t_2 = 9 \text{ s}$
- c) $t_3 = 12 \text{ s}$

5.2. En un lugar donde $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ se lanza verticalmente hacia arriba una piedra con una velocidad $v_0 = 98 \text{ m/s}$. Calcular en qué posición se encontrará la piedra (respecto al punto de lanzamiento) al cabo de:

- a) $t_1 = 10 \text{ s}$
- b) $t_2 = 20 \text{ s}$
- c) $t_3 = 25 \text{ s}$

5.3. Un paquete ubicado a 70 m del piso es lanzado verticalmente hacia arriba con $v_0 = 20 \text{ m/s}$. Determinar a qué altura se encontrará luego de:

- a) 2 s
- b) 6 s

5.4. Un cuerpo es disparado verticalmente hacia arriba con una velocidad de 98 m/s . Si la altura alcanzada por el cuerpo coincide con la del edificio, ¿Cuántos pisos tiene el edificio, si cada piso tiene 5 m de altura, y qué tiempo demorará en volver al piso? ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$).

5.5. Una piedra se lanza verticalmente desde un punto A con una velocidad de 80 m/s . ¿A qué distancia de A se encontrará un punto B, en el cual la velocidad de la piedra será 20 m/s hacia abajo?

5.6. Una pelota se lanza verticalmente hacia arriba con una velocidad de 10 m/s . ¿Al cabo de qué tiempo la pelota poseerá una velocidad de 40 m/s ?

- 5.7. Desde el piso se lanza una pelota verticalmente hacia arriba a razón de 20 m/s . ¿Al cabo de qué tiempo como máximo se encontrará a 15 m de altura?
- 5.8. Un cuerpo se lanza verticalmente hacia arriba con $v_0 = 30 \text{ m/s}$. ¿Al cabo de qué tiempo dicho cuerpo se encontrará a 80 m debajo del punto de lanzamiento?
- 5.9. Una piedra es lanzada desde el suelo verticalmente hacia arriba. Si demora $0,2 \text{ s}$ en pasar por una ventana de $1,8 \text{ m}$ de altura, ¿Con qué velocidad fue lanzada la piedra, si el borde inferior de la ventana está a 40 m del suelo?
- 5.10. Un observador que mira a través de una rendija muy angosta ve pasar un cuerpo verticalmente hacia arriba, y 8 s después lo ve pasar hacia abajo. Si dicho cuerpo fue impulsado desde el piso con una velocidad de 60 m/s , ¿A qué altura del piso se encuentran los ojos del observador?
- 5.11. Un hombre lanza una pelota verticalmente hacia arriba. Dos segundos más tarde lanza una segunda pelota, y con la misma velocidad inicial que la primera, y observa que las pelotas chocan $0,4 \text{ s}$ después que la segunda pelota fue lanzada. ¿Cuál es la velocidad inicial de ambas pelotas?
- 5.12. Dos cuerpos se encuentran en una misma vertical en la Luna. En determinado instante están separados por una distancia de 100 m , y tienen velocidades iniciales opuestas de 10 m/s . ¿Al cabo de cuánto tiempo se encontrarán?
- 5.13. Desde el borde de un acantilado de $50,2 \text{ m}$ de altura una persona arroja dos bolas iguales, una hacia arriba con una velocidad de $19,6 \text{ m/s}$, y la otra hacia abajo con la misma velocidad. ¿Con qué retraso llegará la bola lanzada hacia arriba al suelo? ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$).
- 5.14. Dos muchachos están en el último piso de un edificio. El primer muchacho suelta un vaso fuera de la ventana. Tres segundos después el otro muchacho arroja otro vaso hacia abajo fuera de la ventana. Ambos vasos llegan a Tierra al mismo tiempo. Si los vasos partieron desde una altura de 125 m , ¿Cuál será la velocidad inicial del segundo vaso?
- 5.15. Una piedra A es lanzada hacia arriba. Tres segundos más tarde otra piedra B es también lanzada hacia arriba, dando alcance a A cuando ésta alcanza su altura máxima. Calcular en cuánto tiempo B alcanza a A (Velocidad inicial de A = 50 m/s).
- 5.16. Una piedra es soltada en un lugar cerca a la superficie terrestre. Si en el último segundo de su caída recorre la mitad de su altura de caída, ¿Cuál es el valor de dicha altura? ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$).
- 5.17. Después de soltarse de un helicóptero, un paracaidista cae 80 m en forma libre, y abre en ese instante el paracaídas, lo cual le produce un retardo en su velocidad de 2 m/s^2 , llegando al suelo con una velocidad de 2 m/s . ¿Cuánto tiempo estuvo en el aire?
- 5.18. Un piloto suelta una bomba desde un helicóptero estático en el aire, y después de 120 s escucha la detonación. Si la velocidad del sonido la supondremos igual a 300 m/s , hallar la velocidad de la bomba al tocar Tierra.
- 5.19. ¿Cuál deberá ser el valor de H para que el cuerpo m recorra el plano inclinado liso en el menor tiempo posible, si parte del reposo en O? (Ver figura)
- 5.20. Una esferilla se deja caer de la parte superior de un cilindro hueco inclinado un ángulo α en el preciso instante que éste arranca con una aceleración $a = 3,75 \text{ m/s}^2$. Hallar el ángulo α para que la bola no toque el cilindro hasta que impacte en su base.
- 5.21. Un ascensor de 3 m de altura se mueve verticalmente hacia arriba con aceleración retardatriz de 4 m/s^2 . Cuando su velocidad era de 3 m/s una lámpara se desprende del techo interior. ¿Al cabo de qué tiempo chocará contra el piso del ascensor? Indicar además si para un observador ubicado en la Tierra la lámpara estaba subiendo o bajando, o se encontraba en reposo en el momento del impacto.



Movimientos Relativos

Movimientos Dependiente

7.1. Principio de relatividad de Galileo

"No existe un sistema de referencia privilegiado ni forma alguna de determinar velocidad absoluta".

7.2. Posición relativa

$$\bar{r}_2 = \bar{r}_1 + \bar{r}_{2/1}$$

$$\bar{r}_{2/1} = \bar{r}_2 - \bar{r}_1$$

$$|\bar{r}_{2/1}| = \sqrt{r_1^2 + r_2^2 - 2r_1 \cdot r_2 \cdot \cos \theta}$$

7.3. Velocidad relativa

$$\bar{v}_2 = \bar{v}_1 + \bar{v}_{2/1}$$

$$\bar{v}_{2/1} = \bar{v}_2 - \bar{v}_1$$

$$|\bar{v}_{2/1}| = \sqrt{v_1^2 + v_2^2 - 2v_1 \cdot v_2 \cdot \cos \theta}$$

$$v_{2/1} = v_1 + v_2 \Leftrightarrow \bar{v}_1 \uparrow \downarrow \bar{v}_2$$

$$v_{2/1} = v_1 - v_2 \Leftrightarrow \bar{v}_1 \uparrow \uparrow \bar{v}_2$$

siendo $v_{2/1}$ la velocidad relativa del cuerpo 2 respecto al cuerpo 1; este último es el lugar donde se ubica el observador. Asimismo, v_1 y v_2 son las velocidades de dichos cuerpos respecto a Tierra y θ es el ángulo que forman sus direcciones. Cuando la velocidad se mide respecto a Tierra denomina **velocidad absoluta**.

7.4. Aceleración relativa

$$\bar{a}_2 = \bar{a}_1 + \bar{a}_{2/1}$$

$$\bar{a}_{2/1} = \bar{a}_2 - \bar{a}_1$$

7.19. Una cuña 1 se encuentra entre dos muros horizontales y se apoya sobre la cara inclinada de una cuña 2, la que se desplaza horizontalmente con una aceleración $a_2 = 8 \text{ m/s}^2$. Calcular la aceleración con la cual desciende la cuña 1 ($\theta = 37^\circ$).

Nota: Los movimientos se realizan en el plano horizontal.

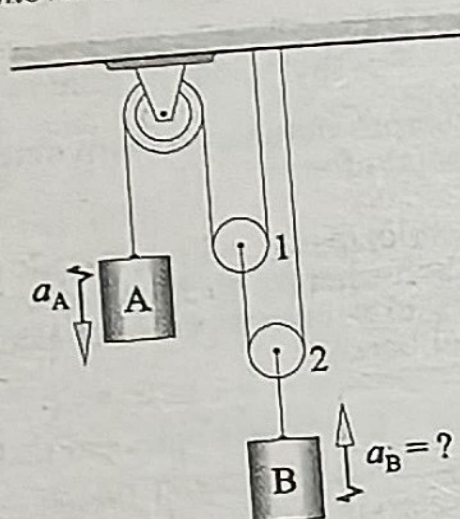


Fig. Prob. 7.17

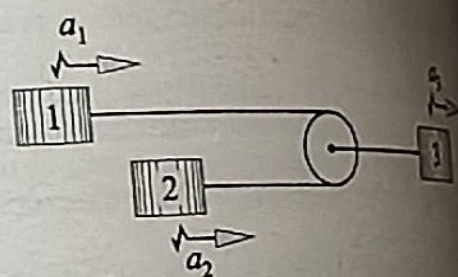


Fig. Prob. 7.18

7.20. Una cuña 2 se desplaza con una velocidad $v_2 = 6 \text{ m/s}$. ¿Cuál será la velocidad con la cual el bloque 1 se deslizará sobre la cara inclinada de la cuña 2 desde un sistema de referencia ubicado en el piso? $\alpha = 60^\circ$.

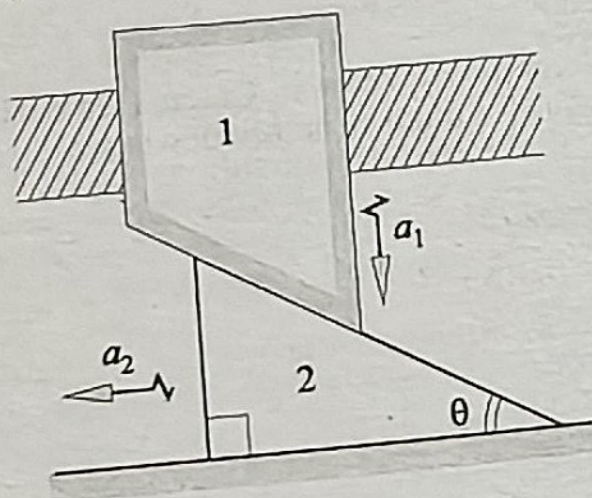


Fig. Prob. 7.19

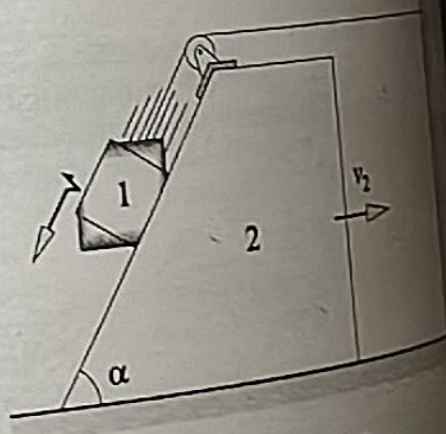
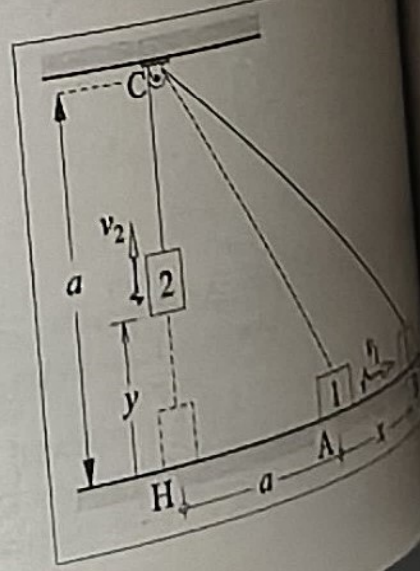


Fig. Prob. 7.20

7.21. Cuando el bloque 2 se encuentra sobre el suelo, el otro extremo está sujetando al bloque 1 en A. Si éste se mueve horizontalmente con una velocidad constante v_1 , determinar la velocidad del bloque 2 para todo instante t .



- a) Desde qué distancia a del borde A debió lanzarse ésta para lograr su propósito.
 b) El valor de h .

8.29. Determinar la velocidad con la cual debe lanzarse un objeto desde M para que al caer en P llegue simultáneamente con otro objeto lanzado horizontalmente 10 s después desde Q con una velocidad de 48 m/s.

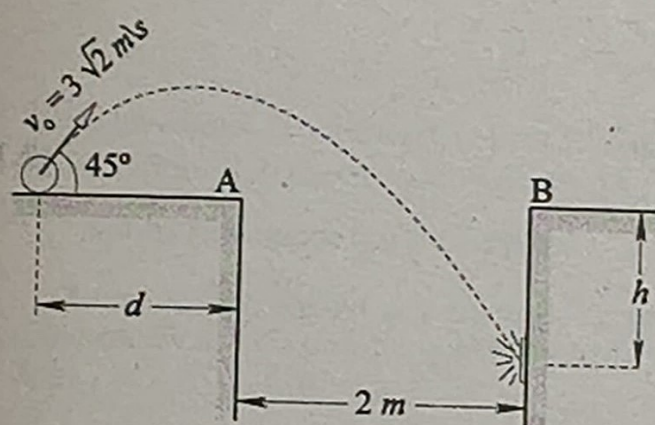


Fig. Prob. 8.28

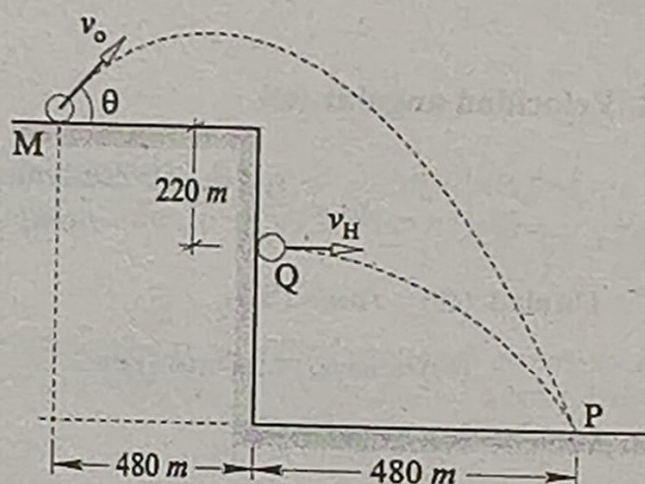


Fig. Prob. 8.29

8.30. Se suelta una partícula desde una altura de 20 m sobre un campo de aceleración uniforme y horizontal cuyo módulo es $a = 2g$. Calcular la ubicación de la partícula al cabo de 3 s de iniciado el movimiento.

8.31. Una pequeña esfera es lanzada como se muestra en la figura a una velocidad $v_0 = 40$ m/s. Calcular qué distancia horizontal e logra alcanzar la esfera

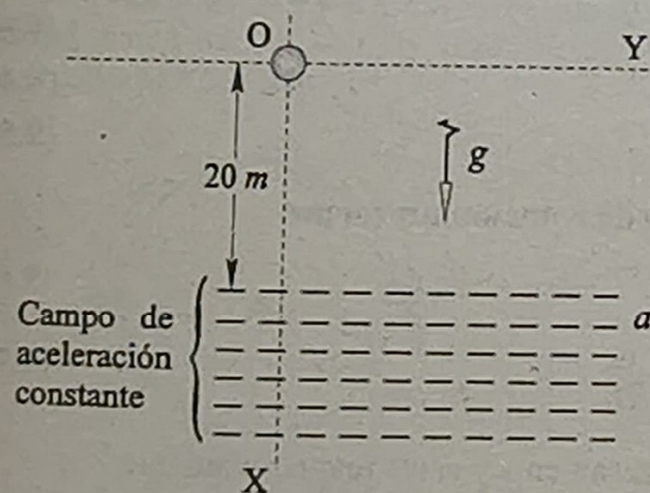


Fig. Prob. 8.30

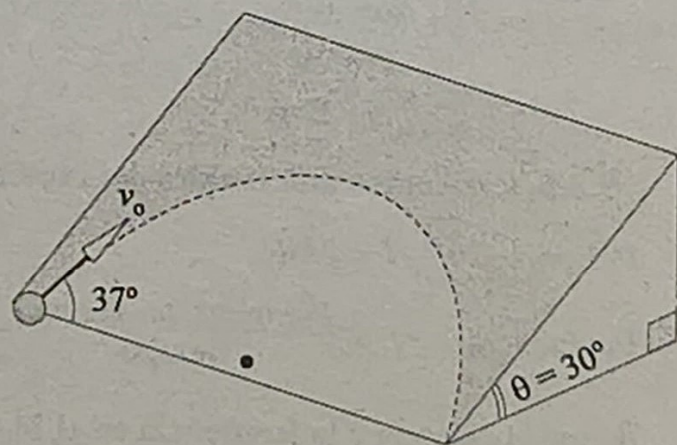
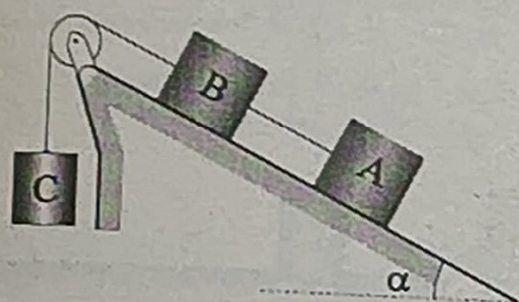
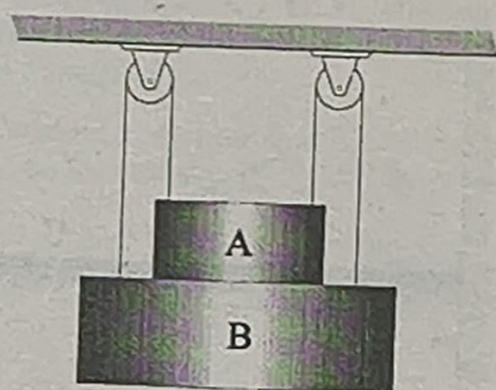


Fig. Prob. 8.31

(c)

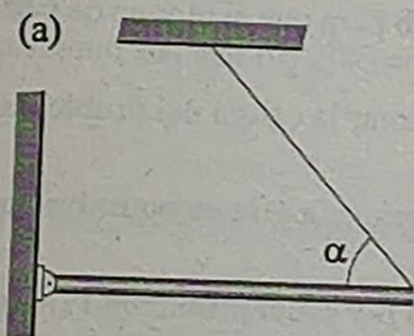


(d)

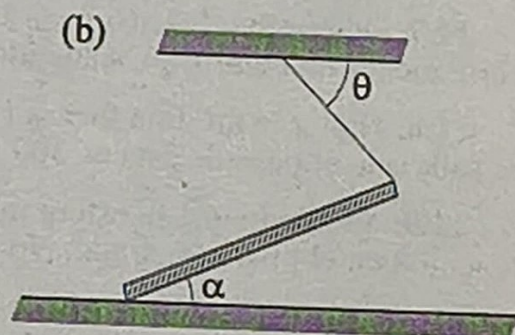


11.5. Construir el DCL de las barras mostradas, considerando que son uniformes y homogéneas, y que se encuentran en equilibrio.

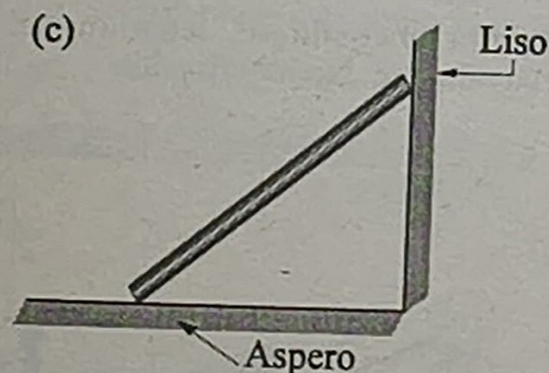
(a)



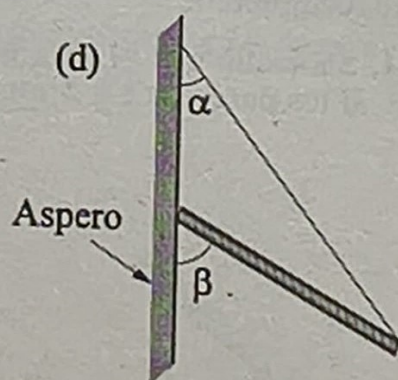
(b)



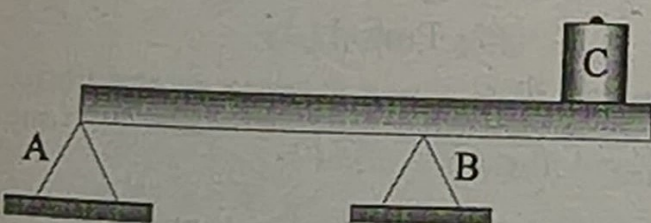
(c)



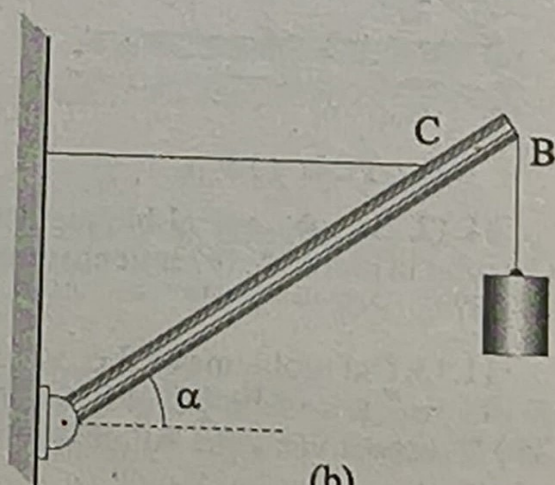
(d)



11.6. Elaborar los DCL de las barras mostradas en cada caso, considerando que son uniformes y homogéneas.



(a)



(b)

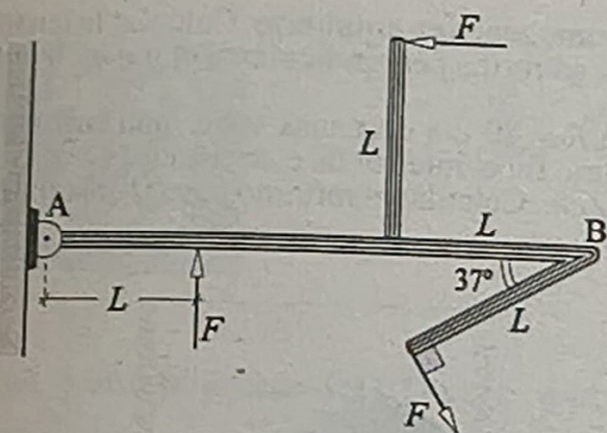


Fig. Prob. 12.39

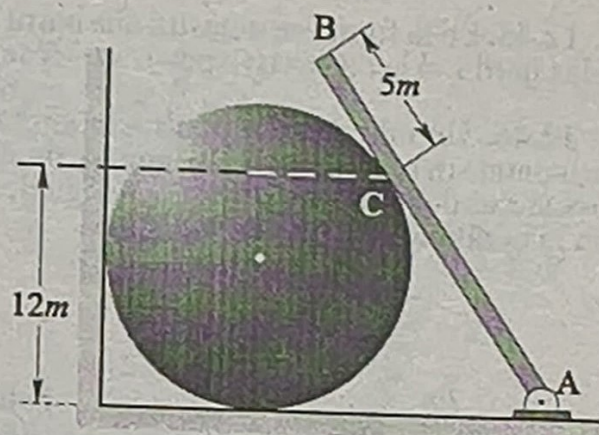


Fig. Prob. 12.40

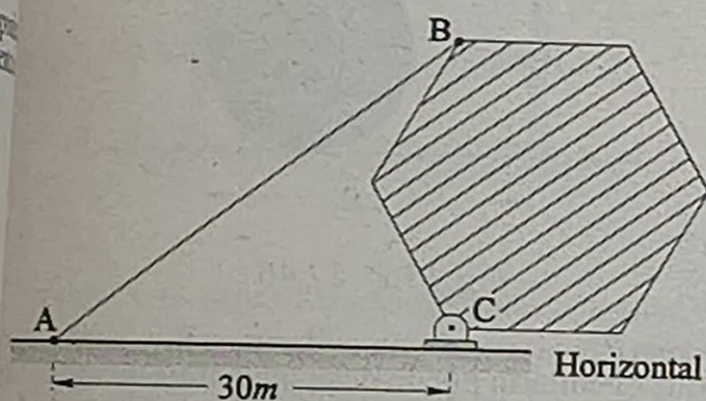


Fig. Prob. 12.41

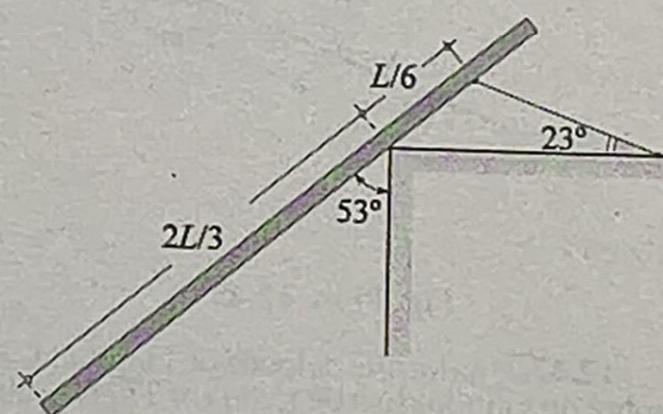


Fig. Prob. 12.42

12.44. En el sistema en equilibrio mostrado, la barra es uniforme y homogénea, y pesa 60 N. Si el bloque suspendido pesa 25 N, determinar la medida del ángulo θ .

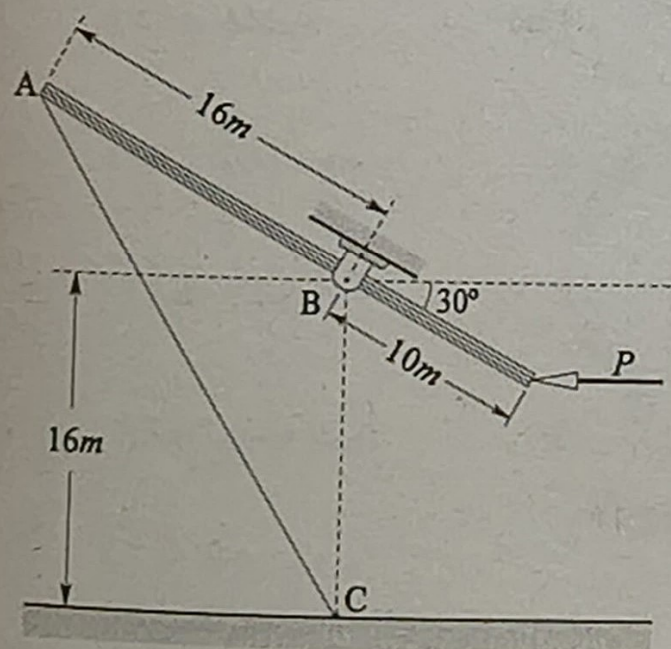


Fig. Prob. 12.43

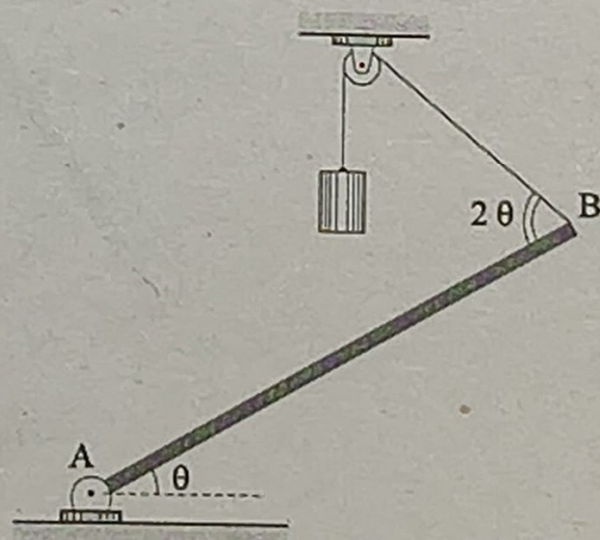


Fig. Prob. 12.44

20.1. Ley de la Gravitación Universal

$$F_g = G \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2} \quad (20.1)$$

siendo G constante de gravitación universal ($6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$), y F_g es la fuerza de gravedad

20.2. Los cuerpos dentro de cascarones esféricos no experimentan fuerza de atracción gravitatoria por parte de dicho cascarón.

20.3. Intensidad de campo gravitatorio (g)

$$g = \frac{F_g}{m} ; \quad g = G \frac{M}{d^2} \quad (20.2)$$

20.4. Campo creado por una esfera homogénea y maciza de masa M y radio R

20.4.a. A una altura h :

$$g_e = G \frac{M}{(R+h)^2} \quad (20.3)$$

20.4.b. En la superficie:

$$g_s = G \frac{M}{R^2} \quad (20.4)$$

(*) Relacionando (20.3) y (20.4):

$$g_e = g_s \frac{R^2}{(R+h)^2} \quad (20.5)$$

20.4.c. En el interior de la esfera y a una distancia r de su centro:

$$g_i = (GM/R^3)r \quad (20.6)$$

(*) Relacionando (20.4) y (20.6):

$$g_i = (g_s/R)r \quad (20.7)$$

20.5. Energía potencial gravitatoria (E_{pg})

31.1. Concepto de capacidad eléctrica

Propiedad de los conductores que define el comportamiento de su potencial eléctrico ante una ganancia o pérdida de carga eléctrica.

31.2. Capacidad de un conductor aislado

$$C = Q/V \quad (31.1)$$

siendo Q la carga del condensador, y V el potencial eléctrico absoluto del mismo. En general, la capacidad de un conductor depende de su forma geométrica. En el S.I. la unidad de capacidad es el *faradio* (F), tal que: $1 F = 1 C/V$. Además: $1 \mu F = 10^{-6} F$.

31.3. Capacidad eléctrica de una esfera conductora aislada

$$C = R/k_e = 4\pi\epsilon_0 R \quad (31.2)$$

siendo R el radio de la esfera, y el vacío el medio que la rodea.

31.4. Capacidad eléctrica de un condensador (capacidad mutua)

$$C = Q/V_{ab} \quad (31.3)$$

siendo Q el módulo de la carga de uno de los dos conductores, y V_{ab} la diferencia de potencial entre ellos. Un condensador normalmente cargado es aquel que presenta la misma cantidad de carga, pero de signos diferentes en cada conductor.

31.5. Capacidad eléctrica de un condensador de placas planas, paralelas y en vacío

$$C_0 = \epsilon_0 \frac{A}{d} = \frac{1}{4\pi k_e} \frac{A}{d} \quad (31.4)$$

siendo A el área común de las placas, d la distancia entre ellas, y $k_e = 9 \cdot 10^9 \text{ m/F}$ (constante de Coulomb en el vacío).

31.6. Capacidad de un condensador lleno de dieléctrico (aislante)

$$C_d = K C_0 \quad (31.5)$$

siendo C_0 la capacidad del condensador en el vacío, y K la constante del dieléctrico, conocida también como **permitividad relativa del medio** (ϵ_r), y cuyo valor es mayor o igual a 1. Para los cuerpos conductores $K = 0$.

Electrodinámica

Segunda Parte

33.1. Acoplamiento de resistencias

33.1.a) En serie:

$$i_T = i_1 = i_2 = \dots = i_n \quad (33.1)$$

$$V_T = \sum_{i=1}^n V_i \quad (33.2)$$

$$R_{eq} = \sum_{i=1}^n R_i \quad (33.3)$$

33.1.b) En paralelo:

$$i_T = \sum_{i=1}^n i_i \quad (33.4)$$

$$V_T = V_1 = V_2 = \dots = V_n \quad (33.5)$$

$$R_{eq}^{-1} = \sum_{i=1}^n R_i^{-1} \quad (33.6)$$

(*) Dos resistencias en paralelo:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (33.7)$$

33.2. Leyes de Kirchhoff

$$33.2.a) \text{ Ley de los nudos: } \sum i_{\text{lllegan}} = \sum i_{\text{salen}} \quad (33.8)$$

$$33.2.b) \text{ Ley de las mallas: } \sum V = 0 \quad (33.9)$$

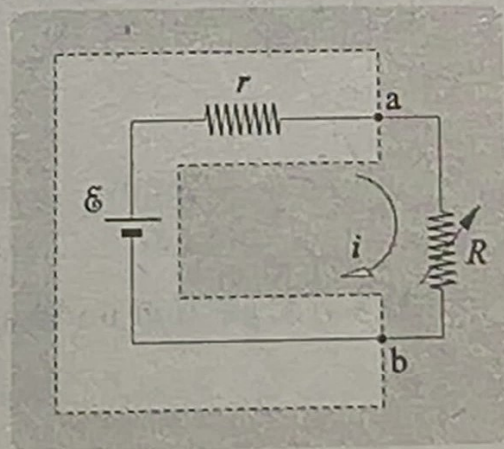
donde V representa la tensión en una resistencia o fuente de fuerza electromotriz.

33.3. Teorema de máxima potencia

Si R es una resistencia variable entre a - b , ésta entregará una potencia máxima cuando su valor sea igual a la resistencia comprendida entre dichos bornes, cortocircuitando todas las fuentes de tensión que hubieran en el circuito. En el esquema adjunto se verifica que:

$$Pot_{(R)} = \mathcal{E}^2 \frac{R}{(R+r)^2} \quad (33.10)$$

la cual es máxima si y sólo si $R = r$.



Ondas Electromagnéticas

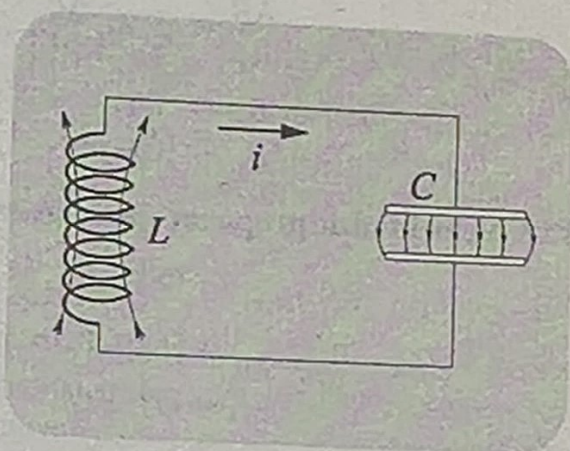
Ondas Luminosas

37.1. Circuito oscilante L-C

Es aquel constituido por una bobina y un condensador en el cual la energía se convierte sucesivamente en energía magnética y eléctrica, pasando alternadamente de uno al otro.

37.2. Línea de transmisión

Es todo aquel dispositivo que permite conducir una pulsación electromagnética. Las más comunes están constituidas por un cable coaxial. Aquí la pulsación eléctrica crea en el interior un campo eléctrico variable, el cual genera una corriente oscilante, y ésta un campo magnético variable simultáneamente. Esta pulsación se desarrolla como una onda viajera de velocidad finita (c).



37.3. Principio de Maxwell para la radiación electromagnética

"Todo campo eléctrico variable genera un campo magnético también variable, y viceversa".

37.4. Fuentes de radiaciones electromagnéticas

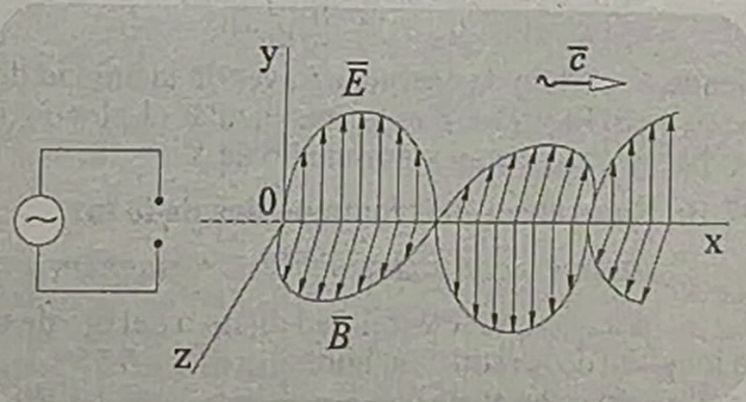
Son todas aquellas instalaciones eléctricas en las que por medio de un dipolo (dos bornes de diferente polaridad) estimulado en forma vibratoria se generan campos eléctricos variables entre ellos, lo que a su vez origina campos magnéticos oscilantes, los mismos que son enviados al espacio en toda dirección y sentido.

37.5. Ondas electromagnéticas

Las radiaciones electromagnéticas que proceden de una fuente armónica tienen sus componentes eléctrica y magnética vibrando en fase y en planos mutuamente perpendiculares.

$$E = E_m \sin(kx - \omega t) \quad (37.1)$$

$$B = B_m \sin(kx - \omega t) \quad (37.2)$$



siendo E_m y B_m los máximos valores del campo eléctrico y magnético respectivamente. El plano de oscilación (XZ) del campo eléctrico es el llamado *plano de vibración*, y el plano de oscilación (YZ) del campo magnético es el llamado *plano de polarización*.

CAP 2 ANALISIS VECTORIAL

2.1. Según los datos, se tiene que: $A = 6$, $B = 10$ y $R = 14$. Luego, utilizando la relación (2.3) para la resultante de dos vectores, tendremos:

$$14 = \sqrt{6^2 + 10^2 + 2 \cdot 6 \cdot 10 \cos \theta} \Rightarrow 196 = 136 + 120 \cos \theta \Rightarrow \cos \theta = 1/2$$

$$\therefore \theta = 60^\circ, \text{ ó } \theta = \pi/3 \text{ rad}$$

2.2. De acuerdo a los datos fasoriales, podemos elaborar el esquema adjunto, en donde $A = 18$, $B = 24$, verificándose asimismo que estos vectores son perpendiculares. Luego, aplicando el Teorema de Pitágoras calcularemos el módulo de la resultante.

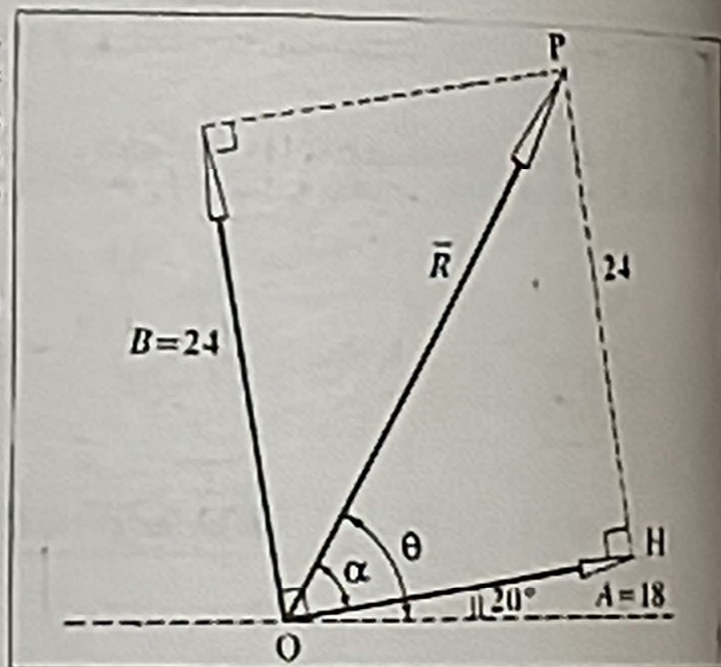
$$R = \sqrt{A^2 + B^2} = \sqrt{18^2 + 24^2} = \sqrt{900} \therefore R = 30$$

Asimismo, del ΔOHP notamos que:

$$\operatorname{tg} \alpha = 24/18 = 4/3 \Rightarrow \alpha = 53^\circ$$

Finalmente, el ángulo direccional θ viene dado por:

$$\theta = 20^\circ + \alpha = 73^\circ$$



2.3. Utilizando las relaciones (2.4) y (2.5) para la resultante máxima y mínima respectivamente, para dos vectores desconocidos A y B , se tendrá:

$$R_{\max} = A + B = 16 \dots (1) \quad ; \quad R_{\min} = A - B = 4 \dots (2)$$

Resolviendo (1) y (2) se obtiene: $A = 10$; $B = 6$. Ahora, cuando los vectores formen el ángulo $\theta = 127^\circ$, su resultante vendrá dada por la relación (2.3)

$$R = \sqrt{10^2 + 6^2 + 2 \cdot 10 \cdot 6 \cdot (-3/5)} = \sqrt{136 + 120(-3/5)} \therefore R = 8$$

2.4. Para el primer caso tendremos una resultante mínima, por lo que utilizaremos la relación (2.5)

$$A - B = 3 \dots (1)$$

Para el segundo caso utilizaremos la relación (2.3) para la resultante.

$$R^2 = A^2 + B^2 + 2AB \cos 60^\circ = 39^2, \text{ donde luego de efectuar operaciones tendremos}$$

$$A^2 + B^2 + AB = 1521 \dots (2)$$

De (1) despejamos A , tal que: $A = B + 3$, y reemplazamos esto en (2), en donde luego de efectuar operaciones se obtiene una ecuación de segundo grado en B .

CAP 3 MOVIMIENTO RECTILINEO UNIFORMEMENTE

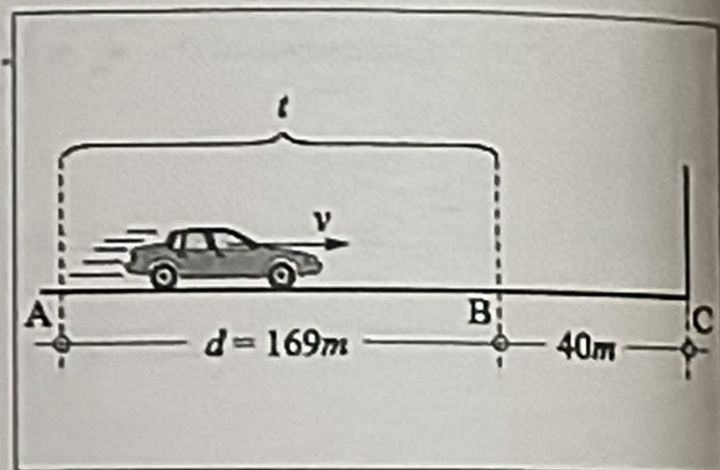
3.1. El problema nos pide averiguar el tiempo t que necesita el móvil en recorrer el tramo AB. Luego, necesitamos tener conocidos a la velocidad v en m/s y la distancia recorrida d .

Entonces: $d = 160 \text{ m}$ (Del gráfico)

$$v = 72 \text{ km/h} = 72 \cdot \frac{5}{18} \text{ m/s} = 20 \text{ m/s}$$

Luego, aplicamos la relación (3.7).

$$t = \frac{d}{v} = \frac{160 \text{ m}}{20 \text{ m/s}} \quad \therefore \quad t = 8 \text{ s}$$

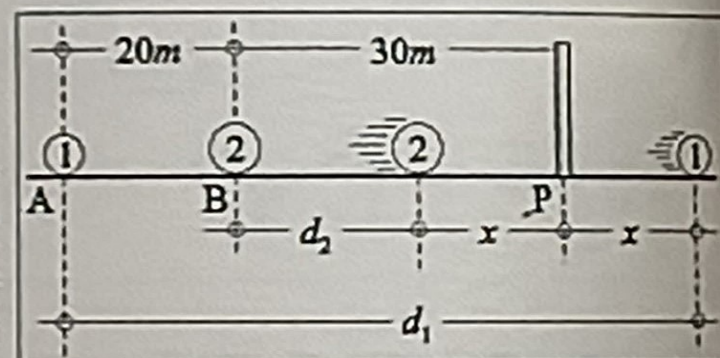


3.2. Tratemos de encontrar los desplazamientos de cada móvil a partir de:

$$d_1 = v_1 t \Rightarrow d_1 = 12t \dots (1)$$

$$d_2 = v_2 t \Rightarrow d_2 = 8t \dots (2)$$

donde t representa el tiempo que ha de transcurrir para que los dos móviles se ubiquen en lugares que equidisten del muro P. Para ello nos valdremos del esquema adjunto, en donde supondremos que el móvil 1, por ser el más rápido, sobrepasa al móvil 2, e incluso se coloca detrás del muro P.



$$\text{Del gráfico: } x = d_1 - 50 \text{ m} = 30 \text{ m} - d_2 \Rightarrow d_1 + d_2 = 80 \text{ m} \dots (3)$$

$$\text{Luego, de (1) y (2) en (3): } 20t = 80 \quad \therefore \quad t = 4 \text{ s}$$

(*) La condición del problema (la equidistancia) se presenta luego de 4 s de iniciados los movimientos.

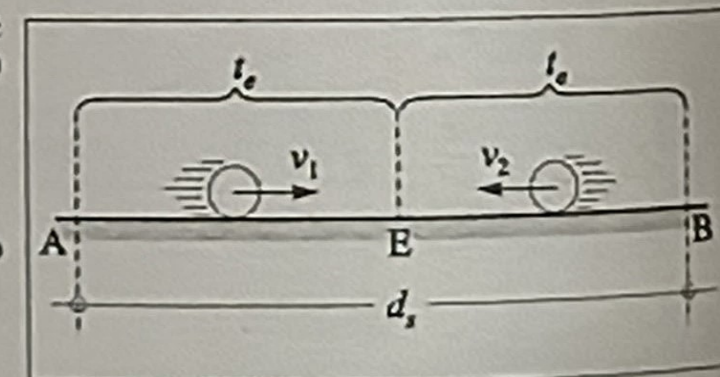
Nota aclaratoria. Si reemplazamos el resultado obtenido en (1) y (2) tendremos: $d_1 = 48 \text{ m}$ y $d_2 = 32 \text{ m}$, lo que llevado a una gráfica nos presenta a los móviles equidistantes 2 m del muro, uno adelante y el otro atrás.

3.3. De la condición del problema, tenemos que la velocidad, digamos de 1 (v_1) es mayor que 2 (v_2) en 2 km/h . Luego, la diferencia será:

$$v_1 - v_2 = 2 \text{ km/h} \dots (1)$$

Y por tratarse de dos móviles al encuentro utilizaremos la relación (3.9).

$$t_c = \frac{d_s}{v_1 + v_2}$$



CAP 10 MOVIMIENTO CURVILINEO

MOVIMIENTO DE ROTACION Y TRASLACION

10.1. Construyamos un gráfico con los datos del problema: $v_{to} = 6 \text{ m/s}$, $a_t = 4 \text{ m/s}^2$, $t = 12 \text{ s}$, $R = 9 \text{ m}$.

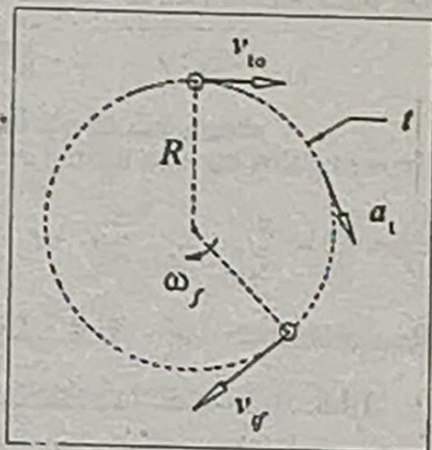
a) Cálculo de la velocidad tangencial final.- De la relación (10.13), tenemos:

$$v_{tf} = v_{to} + a_t t \Rightarrow v_{tf} = 6 \text{ m/s} + 4 \text{ m/s}^2 \cdot 12 \text{ s}$$

$$\therefore \boxed{v_{tf} = 54 \text{ m/s}}$$

b) Cálculo de la velocidad angular final.- Aplicando la relación (10.3) despejamos ω , y obtenemos:

$$\omega_f = \frac{v_{tf}}{r} \Rightarrow \omega_f = \frac{54 \text{ m/s}}{9 \text{ m}} \therefore \boxed{\omega_f = 6 \text{ rad/s}}$$



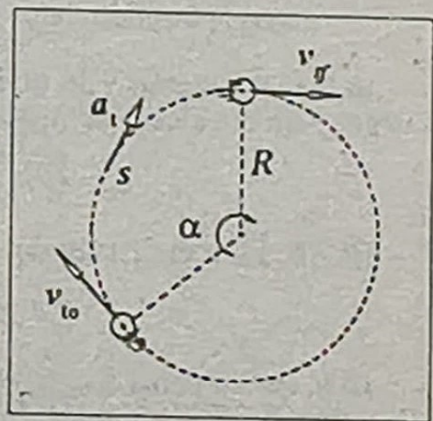
10.2. Construyamos un gráfico con estos datos: $v_{to} = 4 \text{ m/s}$, $v_{tf} = 12 \text{ m/s}$, $s = 8 \text{ m}$, $r = 4 \text{ m}$.

a) Cálculo de la aceleración tangencial.- De la relación (10.14) tenemos:

$$v_{tf}^2 = v_{to}^2 + 2a_t s \Rightarrow 12^2 = 4^2 + 2a_t \cdot 8 \therefore \boxed{a_t = 8 \text{ m/s}^2}$$

b) Cálculo de la aceleración angular.- Aplicamos la relación (10.5) y despejamos α , obteniendo:

$$\alpha = a_t/r \Rightarrow \alpha = 8/4 \therefore \boxed{\alpha = 2 \text{ rad/s}^2}$$



10.3. Construyamos el gráfico que nos permita visualizar los datos del problema: $v_{to} = 2 \text{ m/s}$, $t = 4 \text{ s}$, $a_t = 3 \text{ m/s}^2$, $r = 32 \text{ m}$.

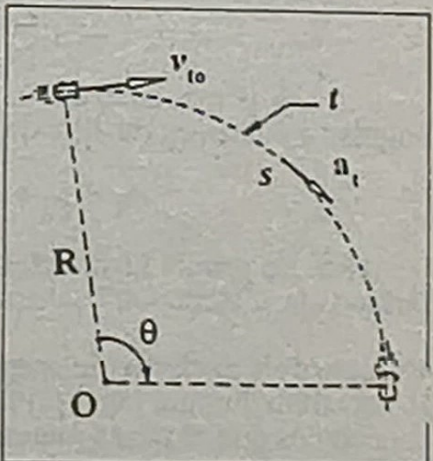
a) Cálculo de la longitud de arco.- Aplicamos la relación (10.15).

$$s = v_{to} t + \frac{1}{2} a_t t^2 \Rightarrow s = 2 \cdot 4 + \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 4^2 \therefore \boxed{s = 32 \text{ m}}$$

b) Cálculo del desplazamiento angular.- Aplicando la relación (10.1) despejamos θ , y obtenemos:

$$s = \theta r \Rightarrow \theta = s/r = 32/32 \therefore \boxed{\theta = 1 \text{ rad}} \text{ ó } \boxed{\theta = 57,29^\circ}$$

10.4. De los datos reconocemos que: $v_{tf} = 15 \text{ m/s}$, $t = 5 \text{ s}$, $\theta = 2 \text{ rad}$, $r = 25 \text{ m}$.



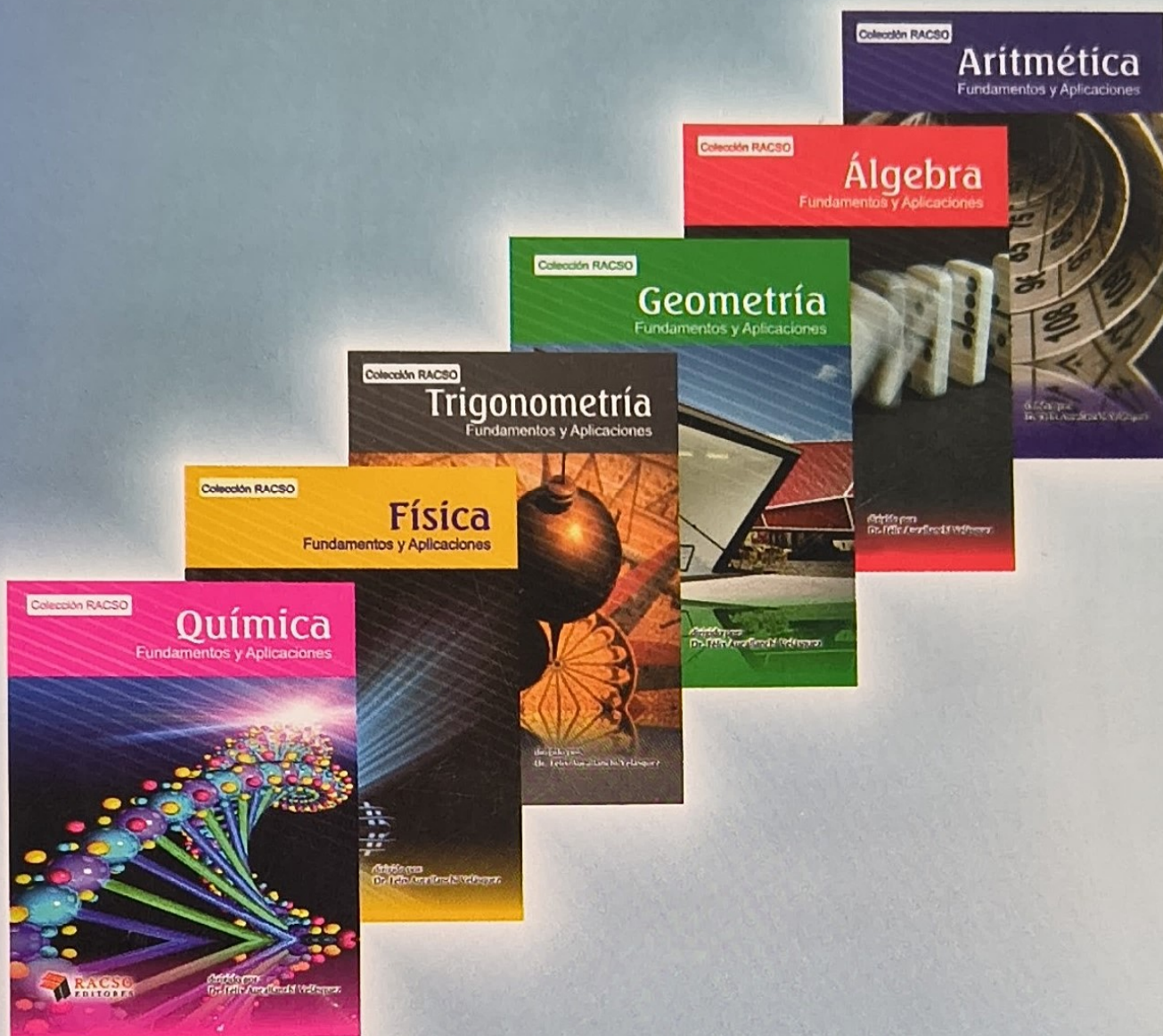
Reemplazando la relación (10.1) en la relación (10.16) obtendremos v_{to} .

$$s = \frac{1}{2} (v_{to} + v_{tf}) t \Rightarrow \theta r = \frac{1}{2} (v_{to} + v_{tf}) t$$

Y sustituyendo datos: $2 \cdot 25 = \frac{1}{2} (v_{to} + 15) \cdot 5 \therefore \boxed{v_{to} = 5 \text{ m/s}}$

COLECCIÓN RACSO

Más de una década
aportando a la cultura



INFORMES:

 <http://www.racsoeditores.com/>

 @racsoeditores

 informes@racsoeditores.com

 996622495  75233066