

PROBLEMAS DE FÍSICA BÁSICA I

Seleccionados del curso regular y de los textos: Bela I. Sandor “Dinámica-T.2”, Resnick-Halliday-Krane “Física”, Marion-Jornyak “Física”, Hibbeler R. C. “Dinámica-T.2”

ÍNDICE

A. ANALISIS DIMENSIONAL	2
B MOVIMIENTOS RECTILÍNEOS.....	3
B-2. MOVIMIENTOS RECTILÍNEOS UNIFORMES.....	5
B-2. MOVIMIENTOS RECTILÍNEOS CON ACELERACIÓN CONSTANTE	5
B-3. MOVIMIENTOS RECTILÍNEOS CON ACELERACIONES VARIABLES	7
C. MOVIMIENTOS EN EL PLANO	10
C-1. MOVIMIENTOS EN COORDENADAS CARTESIANAS.....	11
C-2. MOVIMIENTO EN COORDENADAS NORMAL -TANGENCIAL	14
D. MOVIMIENTO RELATIVO	16
E. DINÁMICA	20
E-1. DINÁMICA DE LOS MOVIMIENTOS RECTILÍNEOS.....	21
E-2. DINÁMICA DE LOS MOVIMIENTOS CURVILÍNEOS	27
F. ENERGÍA	29
G. SISTEMAS DE PARTÍCULAS.....	34
G-1. SISTEMAS DE MASA CONSTANTE.....	36
G-2. MECÁNICA DEL CUERPO RÍGIDO	42
H. SISTEMAS DE MASA VARIABLE.....	50

A. ANALISIS DIMENSIONAL

Para las dimensiones fundamentales use la siguiente simbología :

T para **tiempo**
L para **longitud**
M para **masa**

1.- Se tiene la relación $x=bv$, suponga que x tiene dimensiones de longitud y v dimensiones de longitud sobre tiempo.

a) ¿Cuales deben ser las dimensiones de b ?

b) ¿Cuales son las unidades de b si las unidades de x y v son m y m/s respectivamente? **R. a) [T] ; b) s**

2.- El vector posición $\mathbf{r}_{(t)}$ de una partícula esta dado por $\mathbf{r}_{(t)} = at^3 \mathbf{i} + bt^2$, si $\mathbf{r}_{(t)}$ tiene dimensiones de longitud y t dimensiones de tiempo.

a) ¿Cuales son las dimensiones de a y b ?

b) ¿Cuales son las unidades de a y b si $\mathbf{r}_{(t)}$ esta en metros y t en segundos? **R. a) [L/T³], [L/T²]; b) m/s³, m/s²**

3.- En la relación $v = 3t^5$, v esta en m/s y t en s cuales son las dimensiones y cuales las unidades de la constante 3

R. a) [L/T⁶]; b) [m/s⁶]

4.- En la relación $a_c = k v^\alpha r^\beta$ a_c tiene dimensiones de *longitud / (tiempo)²*, v *longitud / (tiempo)* y r longitud.

a) ¿Cuales son los valores de α y de β

b) Cual sería la ecuación para a_c

R. a) $\alpha = 2$, $\beta = -1$; b) $a_c = k v^2 / r^1$

B. MOVIMIENTOS RECTILÍNEOS

B-1. MOVIMIENTOS UNIFORMES

1.- El límite legal de velocidad en una autopista se cambia de 88.5 km/h a 104.6 Km/h. ¿Cuánto tiempo ahorrará cualquiera viajando a velocidad más alta desde la entrada en Búfalo a la salida en la ciudad de Nueva York de la autopista estatal de Nueva York en este tramo de carretera de 700 km? **R. 1.22 h**

2.- Suponga que la posición de la partícula esta dada por la ecuación (x en metros y t en segundos)

$$x = -3 + 5t$$

Calcule: a) La posición de la partícula para los tiempos: $t = 0,5$ s y $t = 2$ s.

b) Los desplazamientos del objeto para los intervalos entre, $t = 0$ y $t = 0,5$ s; entre, $t = 0$ y

$t = 2$ s y entre, $t = 0,5$ y $t = 2$ s

R. -0.5 m, 7 m, 2.5 m, 10 m y 7.5 m

3.- a) Para los datos del problema 2. Calcule las posiciones a intervalos de 1 s ,desde , $t=0$ hasta , $t=10$ s

b) Grafique x en función de t.

c) Verifique el valor de la velocidad a partir de la gráfica x en función de t.

R. a) -3m, 2m, 7m, 12m, 17m, 22m, 27m, 32m, 37m, 42m, 47m ; b) ; c) $\Delta y / \Delta t = 5 \text{ m/s}$

4.- La luz de la estrella más cercana tarda 4,3 años en llegar a la tierra .¿Qué distancia existe entre la tierra y dicha estrella? **R. $4.0799 \cdot 10^{16}$ m**

5.- Se oye un trueno 11,8 s después de verse el relámpago, si las velocidades del sonido y de la luz son 345 m/s $3 \cdot 10^8$ m

a) suponiendo despreciable el tiempo empleado por el destello, ¿a qué distancia se produjo el trueno?

b) ¿Cuál sería esa distancia si no se desprecia el tiempo empleado por el destello? De el resultado hasta

centésimas de milímetro.

R. 4071 m, 4071.00468 m

6.- Dos móviles se mueven en una misma dirección y sentido, en un instante determinado están separados por una distancia de 20 km, estando el móvil A adelante moviéndose con una velocidad de 40 km/h y el móvil B con una velocidad de 60 km/h calcular:

a) El tiempo en que B alcanza a A.

b) El punto donde se encuentra.

c) Los desplazamientos de los móviles desde el instante en que están separados por 20 Km hasta el momento en que B alcanza a A.

R. a) 1 h, b) 60 km y c) 60 km, 40 km

7.- Un ferrobús de 100 m de longitud demora 20 s para atravesar completamente un puente de 400 m de largo. Determine la velocidad del ferrobús suponiendo la constante. **R. 25 m/s**

8.- Un corredor que se prepara para las olimpiadas, entrena todos los días corriendo paralelamente al tramo rectilíneo de una vía férrea. El entrenador que le cronometra el tiempo observa que la rapidez del tren que corre en el mismo sentido que el corredor es tal que, la cola del tren alcanza al corredor 30 s después de que la cabeza del tren lo alcanzó. Si la rapidez del corredor es de 5 m/s y la longitud del tren 60 m. ¿Cuál es la rapidez del tren ?

R. 7 m/s

9.- Un estudiante de Física usa regularmente un tren de pasajeros para trasladarse desde su domicilio a la universidad. Él observa que regularmente en su trayecto de ida adelanta a otro tren de carga que corre en una vía paralela a la suya en un tramo rectilíneo en el que se supone ambos trenes alcanzan su máxima velocidad (velocidad de crucero). A su retorno y aproximadamente en el mismo lugar se cruza con el mismo tren de carga .Intrigado por tal regularidad se propone calcular la rapidez de ambos trenes mientras está en movimiento. Con tal propósito mide la longitud de ambos trenes que resultan ser : 60 m para el de pasajeros y 120 para el de carga. Luego ya estando en viaje mide el tiempo que demora su tren en cruzar al otro ; tiempos que resultan ser : 20 s en la ida y 5 s en el retorno. Con estos datos prosiga el cálculo y determine ambas velocidades. **R. 22.5 m/s, 13.5 m/s**

10.- Un motociclista hace un viaje de ida y vuelta entre La Paz y Oruro empleando 6 h, si el viaje de ida lo hizo con una rapidez de 80 km/h y la vuelta a 60 km/h. Hallar :

- a) La distancia entre ambas ciudades
- b) El tiempo empleado en realizar cada viaje.

R. a) 205,71 km ; b) $t_i=2,57h$, $t_v=3,43h$

11.- Usted viaja en la carretera interestatal 10 de San Antonio a Houston, la mitad del tiempo a 35 mi/h (56.3 km/h) y la otra mitad a 55 mi/h (88.5 km/h). En el viaje de regreso usted viaja la mitad de la distancia a 35 mi/h y la otra mitad a 55 mi/h. ¿Cuál es la velocidad promedio

- (a) de San Antonio a Houston,
- (b) de Houston a San Antonio, y
- (c) para todo el viaje?

R. a) 72.40 km/h, b) 68.82 km/h y c) 70.56 km/h

12.- Pedrito corre por una avenida de modo que la cuarta parte de la distancia lo hace a 5 m/s y las tres cuartas partes restantes a 6 m/s. ¿Cuál es su rapidez media en el tramo total ?.

R. 5,71 m/s

13.- Un móvil va con una velocidad de 50 km/h durante 0.5 h, continúa la próxima media hora a razón de 70 km/h. Determinar: a) Su velocidad media, b) Su rapidez media.

R. a) 60km/h ; b) 60 km/h

14.- Un móvil va del punto A al punto B de tal modo que el primer tercio de la distancia entre dichos puntos recorre con una velocidad v_1 , el segundo tercio de dicha distancia con una rapidez v_2 y el último tercio con una rapidez v_3 . Demuestre que la rapidez media está dada por :

$$\bar{v} = 3(v_1 v_2 v_3) / (v_2 v_3 + v_1 v_3 + v_1 v_2)$$

15.- Un móvil va en línea recta del punto A al punto B en un tiempo total t , el movimiento se realiza en cinco tramos con velocidades v_1, v_2, v_3, v_4 y v_5 , siendo el tiempo de cada tramo el mismo $t/5$. Demuestre que la rapidez media está dada por :

$$\bar{v} = \frac{v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5}{5}$$

B-2. MOVIMIENTOS RECTILÍNEOS CON ACELERACIÓN CONSTANTE

PREGUNTAS

- 1.- ¿Puede un objeto tener velocidad cero y sin embargo estar acelerado?
- 2.- Puede un cuerpo tener velocidad constante y sin embargo tener rapidez variable
- 3.- ¿Puede un cuerpo tener velocidad hacia la derecha y sin embargo estar acelerando hacia la izquierda?
- 4.- ¿Puede cambiar el sentido de la velocidad de un cuerpo cuando su aceleración es constante?

PROBLEMAS

1.- El maquinista de un tren que se mueve con una rapidez v_1 , observa a otro tren de carga que se encuentra adelantado a una distancia d , en la misma vía, moviéndose en el mismo sentido, pero con una rapidez menor v_2 . Aplica los frenos y el tren adquiere una retardación constante a . Establezca la relación entre, a , d , v_1 y v_2 para que: a) no haya colisión b) haya colisión entre ellos.

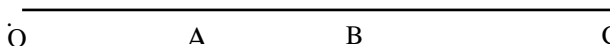
$$\text{R. a) } a \geq (v_1 - v_2)^2 / (2d) ; \text{ b) } a < (v_1 - v_2)^2 / (2d)$$

2.- Un ascensor de carga se mueve hacia arriba con una velocidad constante de 5 m/s y pasa a un ascensor de pasajeros que está en reposo. Tres segundos más tarde parte hacia arriba el ascensor de pasajeros con una aceleración de $1,5 \text{ m/s}^2$, cuando éste último alcanza la velocidad de 10 m/s continua su movimiento con velocidad constante. ¿En qué tiempo y a qué distancia alcanzará al ascensor de carga?

$$\text{R. } t=9,667\text{s} ; d=63,333\text{ m}$$

3.- Se desea medir la aceleración de un automóvil usando los siguientes datos: el móvil parte del punto O, entre A y B la distancia que recorre es de 100 m en 5 s. Entre B y C 150 m en 5 s. Si el tiempo total es de 15 s, calcule :

- a) La aceleración del automóvil
- b) La velocidad en O
- c) La distancia OA
- d) La velocidad al pasar por C



$$\text{R. a) } 2\text{m/s}, \text{ b) } 5\text{m/s}, \text{ c) } 50\text{m}, \text{ d) } 35\text{m/s}$$

4.- Un cuerpo se mueve en una trayectoria rectilínea según la ecuación: $x = 16t - 6t^2$.

- a) Encontrar la posición, velocidad y aceleración para $t = 1 \text{ s}$.
- b) ¿Para qué valores de t pasa por el origen ?
- c) ¿Para qué valores de t y x , estará el cuerpo estacionario ?
- d) ¿Entre qué posiciones el movimiento es acelerado y entre que otras es retardado?

$$\text{R. a) } 10\text{m}, 4\text{m/s}, 12 \text{ m/s}^2 ; \text{ b) } t_1=0, t_2=2,667\text{s} ; \text{ c) } 1,25\text{s}, 1,333\text{m} ; \text{ d) } 0 \text{ a } 1,25 \text{ desacelera de } t > 1,25 \text{ acelera}$$

5.- Un ciclista pasa por el km 0 y llega al km 7 en una hora, después de 2 h recorre 10 km más.

- a) ¿Con qué velocidad pasó por el km =0 y cuál fue su aceleración si se la supone constante ?
- b) ¿Cuál será su velocidad al cabo de tres horas ?

$$\text{R. a) } 6,33\text{m/s} ; \text{ b) } -1,33\text{m/s}^2 ; \text{ c) } 2,33\text{m/s}$$

6.- La ecuación de movimiento de una partícula está dada por : $x = t^2 - 3t + 12$, donde x está en metros y t en s. Determine:

- a) La posición y la velocidad iniciales, la aceleración.
- b) Escribir la ecuación de la velocidad en función del tiempo
- c) Determinar el instante y la posición de inversión del movimiento
- d) Dibujar un esquema del movimiento de la partícula sobre el eje X.
- e) ¿Qué distancia recorre la partícula en los primeros 4 s de su movimiento ?
- f) Calcule la velocidad media y la rapidez media en el intervalo de los primeros 4 s

$$\text{R. a) } 12\text{m}, -3\text{m/s}, 2\text{m/s}^2 ; \text{ b) } v=2t-3 ; \text{ c) } 1,5 \text{ s}, 9,75\text{m} ; \text{ d) } ; \text{ e) } d=8,5\text{m} ; \text{ f) } v=1\text{m/s}, v=2,125 \text{ m/s}$$

7.- Un automóvil se mueve a velocidad constante de 144 km/h en una carretera recta en determinado momento un camión que está a 80 m delante del automóvil comienza a moverse desde el reposo con una aceleración de 4 m/s^2

- a) Determine en que tiempos y en que posiciones los autos se encuentran juntos .
- b) ¿En que momento la velocidad de los autos es la misma, cual es la separación entre ellos, que auto va adelante ?

8.- Dos automóviles se mueven en el mismo sentido sobre una carretera recta en subida, en el momento en que están separados por una distancia de 20 m el auto "A" tiene velocidad constante de 10 m/s y está adelante, en tanto que el automóvil "B" que se está moviendo con una velocidad de 15 m/s se le termina la gasolina y comienza a perder velocidad a razón de 6 m/s². Calcule la mínima distancia entre los automóviles. **R. 17,92m**

9.- Dos automóviles se mueven en el mismo sentido sobre carreteras rectas y paralelas, en el momento en que están separados por una distancia de 20 m el auto "A" que va atrás tiene velocidad constante de 30 m/s, en tanto que el automóvil "B" que se está moviendo con una velocidad de 10 m/s comienza a acelerar. Si el auto A logra apenas a alcanzar al auto B, ¿cuál es la aceleración del auto B ?

10.- Un objeto que se mueve con velocidad constante $V_B = 7$ m/s pasa a otro objeto A, en el momento que B pasa a A, este comienza a moverse acelerando a razón de 2 m/s² durante 4 s, para luego continuar moviéndose con velocidad constante. Cuanto tiempo transcurre desde que deja de acelerar hasta que alcanza a B. **R. 12s**

11.- Un patrullero persigue a un conductor infractor, las velocidades del patrullero y del infractor son: $V_P = 110$ Km/h y $V_i = 100$ Km/h. Cuando la separación entre ambos es de 0,15 Km, un desperfecto mecánico en el auto del patrullero hace que su velocidad disminuya a razón de 400 Km/h². ¿Cuál es el máximo acercamiento entre ambos automóviles?.

12.- Dos automóviles A y B suben por una carretera de pendiente constante, las velocidades de los automóviles son $v_A = 20$ m/s y $v_B = 15$ m/s, en el momento en que la separación entre ambos automóviles es de 40 m, al auto A que va por detrás, se le termina la gasolina. Si A apenas alcanza a B. ¿Cual es la aceleración de frenado del auto A? No olvide que la velocidad de B permanece constante. **R. 0.313 m/s²**

13.- La posición de un proyectil disparado verticalmente hacia arriba, desde una nave que baja verticalmente, está dada por la ecuación:

$$y = 10 - 20t + 2t^2$$

Si el consumo de combustible del proyectil es de 2 litros por metro. ¿Cuanto combustible gasta en los primeros quince segundos de funcionamiento? **R. 500 litros**

14.- Cuando dos automóviles A y B se aproximan entre sí, se mueven en la misma dirección y sentido con rapidez v_A y v_B , respectivamente. B mantiene una rapidez constante, mientras A comienza a desacelerar en a_A . Si la separación entre ellos es L y B adelanta a A, determine la distancia d entre los dos automóviles en el instante en que A se detiene. **R. $d = L - [2v_B v_A - (v_A)^2] / (2a_A)$**

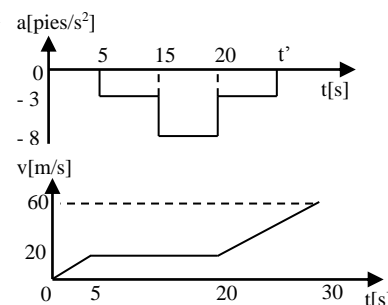
15.- Tres móviles A, B, y C recorren en el mismo sentido una recta, partiendo del mismo punto con la misma velocidad inicial (v_0). Primero parte A con una aceleración a_A ; Transcurridos t_1 segundos parte B moviéndose con velocidad constante v_0 ; finalmente transcurridos t_2 segundos parte C con aceleración a_C

a) Determine el tiempo t que transcurre hasta que las distancias AB BC sean iguales desde que A parte

b) Hallar t para $v_0 = 2$ m/s, $a_A = -4$ m/s², $a_C = 10$ m/s², $t_1 = 0,5$ s y $t_2 = 0,5$ s

R. a) $(a_A + a_C)t^2 - 2a_C(t_1 + t_2)t + a_C(t_1 + t_2)^2 + 2v_0(t_1 - t_2) = 0$; b) $t_1 = 16,35$ s y $t_2 = 3,65$ s

16.- Un avión aterriza en una pista recta, viajando originalmente a 110 pies/s cuando $x=0$. Si está sujeto a las desaceleraciones que se ilustra, determine el tiempo t' necesario para detener el avión y construya la gráfica x-t para dicho movimiento. **R. 33.33 s**



17.- Con base de datos experimentales, el movimiento de un avión jet mientras recorre una pista recta se define por la gráfica v-t que se muestra. Determine la aceleración y posición del avión cuando $t=10$ s y $t=25$ s. El avión inicia desde el reposo. **R. 0 m/s², 150 m; 4 m/s², 500 m**

Problemas de caída libre (Use como valor de la aceleración gravitacional (g) 9,8 m/s²)

18.- Una bola es disparada verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de 12 m/s. Un segundo después, se dispara una segunda bola hacia arriba sobre la misma vertical de la primera y con una velocidad de 16 m/s.

a) ¿ En qué tiempo y en que posición las bolas chocarán ?

b) ¿En el tiempo de la colisión la primera bola estará de subida o de bajada ?

R. a) 1,514s, 6,92m ; b) De bajada

19.- Se deja caer dos dados desde un cuarto piso 1 s después del primero cae el segundo dado.

a) Escribir las posiciones de los dos dados en función del tiempo de caída del primer dado

b) Escriba la diferencia de alturas en función del tiempo de caída del primer dado.

c) ¿Cuál es la altura de caída si la separación entre ellos, cuando el primero llega al suelo, es de 15m.

R. $y_1 = H - 4,9t^2$; $y_2 = H - 4,9(t-1)^2$; $\Delta y = 9,8t - 4,9$; $H = 20,20$ m

20.- Se dejan caer dos esferitas desde una altura de 49 m, la segunda cae dos segundos después de la primera.

¿Cuanto tiempo ha caído la segunda esferita en el instante en que la separación entre ellas es de 39,2 m ?

R. 3s

21.- Una piedra A se suelta desde el reposo hacia un pozo, y un segundo después se suelta otra piedra B desde el reposo. Determine el intervalo de tiempo entre el instante en que A llega al agua y en el que B lo hace. Además, ¿a qué rapidez chocan contra el agua?, la profundidad del pozo es 80 pies.

R. 1 s, 71.81 pies/s

22.- Cuando $t=0$, una bala A es disparada en forma vertical con una velocidad inicial (en la boca del arma) de 450 m/s. Cuando $t=3$ s, una bala B es disparada hacia arriba con una velocidad de 600 m/s. Determine el tiempo t , después del disparo de A, cuando B rebasa a A. ¿A qué altitud ocurre esto? Y determine si A está de bajada o de subida en ese instante.

R. 7,279 s, 4332,2m, de subida

23.- Se tiene “n” bolitas distribuidas uniformemente sobre la misma vertical, la separación entre ellas es “d”. La altura de la primera bolita es “H” y de la bolita “n” es “H+L”. . Suponga que todas las bolitas están sujetas por un electroimán, de manera que, cuando se desactiva el electroimán, todas ellas caen simultáneamente desde el reposo.

a) Calcule la diferencia entre los cuadrados de los tiempos que tardan la bolita k y la bolita $k+1$ en llegar al suelo.

b) Si el número de bolitas se incrementa la diferencia calculada en el inciso (a) aumenta, disminuye o permanece constante.

R. $2d/g$; b) disminuye

24.- ¿Cual deberá ser la separación de las bolitas en el problema anterior para que la frecuencia de los golpes en el suelo sea uniforme?. Sea m el tiempo entre golpe y golpe

R. $m^2 + (2d/g) - 2m[(2H+2kd)/g] = 0$

B-3. MOVIMIENTOS RECTILÍNEOS CON ACELERACIONES VARIABLES

Aceleraciones dependientes del tiempo

- 1.- Una partícula se mueve según la ecuación : $x = t^3 - t^2$ (m). Calcule la rapidez media entre $t=0$ y $t=2$ s.
R. 2.15 m/s
- 2.- Una partícula se mueve según la ecuación : $x = t^4 - t^3 - t^2$ Determinar :
a) Los tiempos y posiciones de inversión del movimiento.
b) Los puntos de inflexión de la curva posición - tiempo.
c) Haga la gráfica cualitativa posición - tiempo e indique en ella los intervalos para los cuales el movimiento es propiamente acelerado y los intervalos en los que es desacelerado.
d) Calcule la distancia recorrida desde, $t=0$ hasta $t=4$ s.
R. a) 1.18 s, b) 0.73 s
- 3.- Una partícula se mueve según la ecuación : $x = t^3 - t^2 - t$ Determinar :
a) Los tiempos y posiciones de inversión del movimiento.
b) Los puntos de inflexión de la curva posición - tiempo.
c) Haga la gráfica cualitativa posición - tiempo e indique en ella los intervalos para los cuales el movimiento es propiamente acelerado y los intervalos en los que es desacelerado.
d) Calcule la distancia recorrida desde, $t=0$ hasta $t= 1,5$ s y de $t= 0$ a $t= 2$ s.
e) Calcule la velocidad media para el intervalo de 0 a 1,5 s y de 0 a 2 s.
f) Calcule la rapidez media para el intervalo 0 a 1,5 s y 0 a 2 s.
- 4.- Una partícula se mueve con una aceleración $a= 2t^2$ m/s². Determine la velocidad y la posición en función del tiempo si para $t=0$ $x=2$ m y $v= -4$ m/s.
- 5.- La posición z de una partícula esta dada por la expresión : $z= t^3-2t$ donde z está en metros y t en segundos. Calcule la posición y la aceleración cuando la velocidad es cero.
R. -1.089 m, 4.9 m/s
- 6.- La posición x de una partícula está definida por la expresión : $x= t^3-4t^2+5$, donde x está en metros y t en segundos. Calcule:
a) La velocidad y la aceleración
b) La máxima velocidad de la partícula
R. a) -4 m/s, 4 m/s² b) -5.33 m/s
- 7.- Se dispara hacia abajo una esfera con una rapidez inicial de 27 m/s. Si experimenta una desaceleración $a=-6t$ m/s², determine la distancia recorrida antes de detenerse
R. 54 m
- 8.- La aceleración, de un bloque que parte del reposo, varia uniformemente a razón de 2 m/s² en cada segundo a) ¿En cuanto tiempo, desde que parte, recorrerá 10 m? b) En cuanto tiempo, desde que parte, alcanzará una velocidad de 10 m/s?. Asuma que en $t = 0$ $a_0 = 1$ m/s².
- 9.- Un objeto de masa de 1 Kg es sometido, a partir de $t = 0$, a una fuerza F en la dirección del eje X positivo, de tal modo que su aceleración varia uniformemente a razón de 3 m/s² en cada segundo. Se sabe que la aceleración inicial $a_0 = -3$ m/s²; la velocidad inicial $v_0 = -3$ m/s y la posición inicial $x_0 = 0$. Calcule:
a) El instante en que la velocidad es cero
b) La posición en la cual la fuerza es cero.

Aceleraciones dependientes de la posición

- 10.- La aceleración de una partícula esta definida por la relación $a= kx$, donde k es una constante y x esta en m. para $x=0$ $v=0$ y para $x=2$ m , $v = 10$ m/s calcule la velocidad para $x=5$ m.
- 11.- Una partícula se mueve a la derecha sobre una línea recta con una velocidad $v=[5/(4+x)]$ m/s. Determinar su desaceleración cuando $x=2$ m.
R. -0.116 m/s²
- 12.- La aceleración de un cohete que se desplaza hacia arriba está dada por $a = (6+0.02x)$ m/s². Determine su velocidad cuando $x=2$ km y el tiempo necesario para llegar esa altitud. Inicialmente, $v=0$ y $x=0$ cuando $t=0$.

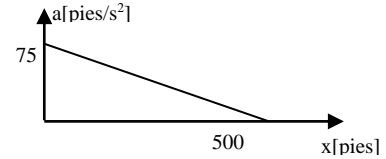
13.- La velocidad de una partícula está definida por la expresión $v = ky^2$, donde v está en ft/s y y en pies y k es una constante en $\text{ft}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$. Calcule la aceleración para $y = 100$ ft si inicialmente $v_0 = 2$ ft/s para $y_0 = 5$ ft. **R. 12.8K pies/s**

14.- La aceleración de una partícula está definida por la expresión: $a = 10 - x^2$, donde a está en m/s^2 y x en m. Para $x_0 = 0$, $v_0 = 0$. Calcule la posición x donde la velocidad es máxima.

15.- Un avión jet arranca del reposo en $x=0$ y está sujeto a la aceleración que se ilustra en la figura.

- a) Determine la rapidez del avión al recorrer 200 pies.
b) ¿Cuánto tiempo requiere para recorrer esa distancia?

Prob. 15



Aceleraciones dependientes de la velocidad

16.- La aceleración de una partícula está dada por la relación: $a = -v$, donde a está en m/s^2 y v está en m/s para $t=0$, $v_0 = 500$ m/s y $x_0 = 0$. Calcule la distancia recorrida por la partícula desde esta velocidad inicial hasta que detenga su movimiento. **R. 500 m**

17.- La aceleración de una partícula está dada por: $a = v$, donde v es la velocidad de la partícula. Si en $t=0$ parte del origen con una velocidad es 1 m/s determine la posición y la velocidad en función del tiempo.

18.- La aceleración de una partícula a través de la atmósfera o de un líquido está definida por la expresión $a = g(1 - k^2v^2)$ donde $g = 32.2$ ft/s, k una constante y v la velocidad de la partícula en ft/s, inicialmente su posición es $y_0 = 0$ y su velocidad es $v_0 = 0$ determine la velocidad v como función de la posición "y". **R. $1/k[1 - \exp(-2k^2gh)]^{1/2}$**

19.- La aceleración de un cuerpo que se mueve a lo largo de una línea recta, está dada por $a = -kv^2$ donde k es una constante y v su velocidad, suponiendo que en $t = 0$, $v = v_0$. Encontrar:

- a) La velocidad v y el desplazamiento Δx en función del tiempo. b) La velocidad v en función de x .

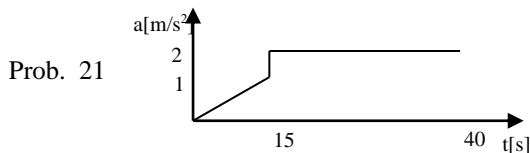
Problemas varios

20.- El movimiento de dos objetos A y B está descrito por las ecuaciones $x_A = 6 + 3t - t^3$ y $x_B = 10 + 2t$.

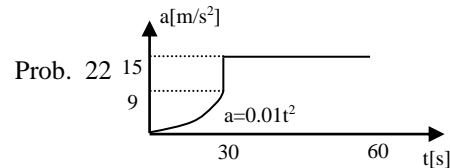
- a) ¿Cuál es la mínima distancia entre ambos objetos?
b) ¿Cuál es la velocidad de los objetos en la mínima separación?

R. a) 3.62 m b) 2 m/s

21.- Se dispara verticalmente un cohete de dos etapas desde el reposo con la aceleración que se ilustra. después de 15 s, la primera etapa A se agota y se enciende la segunda etapa B. Trace las gráficas $v-t$ y $x-t$ que describen el movimiento para $0 \leq t \leq 40$ s. **R. 40 s, 612.5 m/s y 9625 m**



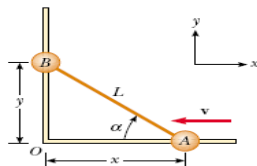
Prob. 21



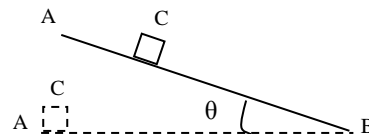
Prob. 22

22.- Se dispara verticalmente un cohete de dos etapas desde el reposo en $y=0$ con una aceleración que se ilustra. Después de 30 s, la primera etapa A se agota y se enciende la segunda etapa B. Trace las gráficas $v-t$ y $y-t$ que describen el movimiento para $0 \leq t \leq 60$ s. **R. 60 s, 540 m/s y 10125 m**

Prob. 23



Prob. 24



23.- Dos objetos A y B, están conectados por una barra rígida de largo L . los objetos se deslizan por rieles perpendiculares, como se muestra en la figura. si A se desliza a la izquierda con una velocidad V constante, hallar la velocidad de B cuando el ángulo $\alpha = 60^\circ$. **R. $V_y = -1.73V + 2L$**

24.- La tabla lisa AB de longitud 9,8 m, está inicialmente en posición horizontal y en su extremo A se encuentra en reposo el bloque C, si AB gira alrededor de su extremo B con una velocidad angular constante ω , (donde $\omega = \frac{d\theta}{dt}$) el bloque C desliza sobre ella, llegando a B cuando la tabla ha girado un ángulo θ de 45° . Calcule:

a) La aceleración de C b) la velocidad de C cuando llega al extremo B de la tabla.

R. a) $g \sin \theta$; b) 10,15 m/s

25.- Cuando una partícula cae en el aire, su aceleración inicial $a=g$ disminuye hasta llegar a cero, y desde ese momento en adelante cae a una velocidad terminal constante v_f . Es posible expresar esta variación de la aceleración como $a=(g/v_f^2)(v_f^2-v^2)$, determine el tiempo necesario para que la velocidad se mantenga en $v < v_f$. Inicialmente, la partícula cae desde el reposo.

R. $v_f/(2g) \ln [(v_f+v)/(v_f-v)]$

26.- Una partícula se mueve a la derecha sobre una línea recta con una velocidad $v=[5/(4+x)]$ m/s. Determine su posición cuando $t=6$ s si $x=5$ m cuando $t=0$.

R. 8.37 m/s

C. MOVIMIENTOS EN EL PLANO

C-1. MOVIMIENTOS EN COORDENADAS CARTESIANAS

1.- El vector posición de una partícula es $\mathbf{r}_{(t)} = 2t \mathbf{i} + (8t^2 + 1) \mathbf{j}$. La coordenada Y es una función cuadrática de X, determine esa función. **R. $y = 2x^2 + 1$**

2.- El vector posición de una partícula es $\mathbf{r}_{(t)} = at^3 \mathbf{i} + bt^2 \mathbf{j}$. En $t = 1$ s la partícula está a $\sqrt{5}$ m del origen y tiene una rapidez de 5 m/s. a) ¿Cuál es la velocidad en $t = 1$ s?, b) ¿Cuan lejos del origen estará la partícula en $t = 2$ s?.

R. a) $\vec{v} = 2\hat{i} + 8\hat{j}$; b) $r = 11,31$ m

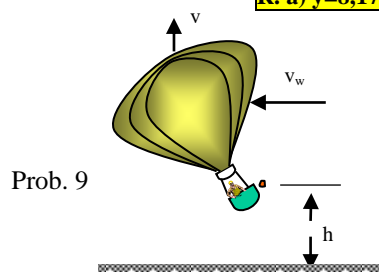
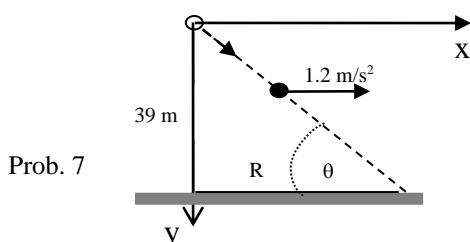
3.- Los bordes de dos mesas de la misma altura ($h = 1$ m) están separadas por una distancia $L = 3$ m, sobre cada mesa y en la misma dirección y sentidos opuestos se mueven dos esferitas de tal modo que llegan al suelo a un mismo punto A, el mismo que se encuentra a $L/3$ de la primera mesa. Calcular el ángulo entre los vectores velocidad en el momento del impacto. **R. $147,49^\circ$**

4.- Demostrar que el máximo alcance para el disparo de un cañón corresponde a un ángulo de 45° .

5.- Determine la ecuación de la parábola de seguridad de un cañón cuya velocidad de disparo de sus proyectiles es de 70 m/s.

6.- Un objeto desliza sobre una mesa horizontal lisa de altura h , luego de dejar la mesa tarda en llegar al suelo 1 s. a) Calcule la altura de la mesa y b) Si la trayectoria del objeto en el momento del impacto con el suelo forma un ángulo de 40° con la horizontal ¿cual fue la velocidad del objeto sobre la mesa? **R.a) $h = 4,9$ m ; b) $v = 10,73$ m/s**

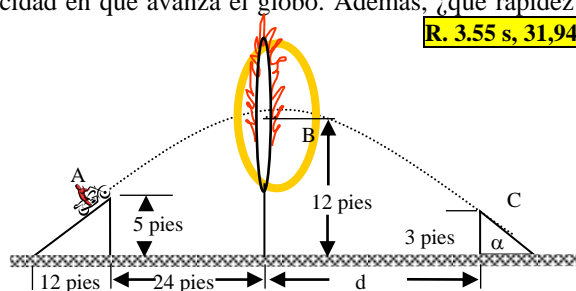
7.- Una pelota cae desde una altura de 39.0 m. El viento está soplando horizontalmente e imparte una aceleración constante de 1.20 m/s^2 a la pelota. (a) Demuestre que la trayectoria de la pelota es una línea recta, halle la ecuación de la recta y los valores de R y de θ en la figura 9. (b) ¿Qué tanto tiempo le toma a la pelota llegar al suelo? **R. a) $y = 8,17x$; b) $4,77$ m, 83° , $2,82$ s**



8.- Un cazador de mucha experiencia apunta su cerbatana directamente hacia un mono que desea capturar y dispara el dardo justo en el momento en que el mono se suelta. a) Demostrar que el cazador nunca fallará

9.- El globo A asciende a un ritmo $v_A = 12 \text{ km/h}$ y el viento lo arrastra horizontalmente a $v_w = 20 \text{ km/h}$. Si se arroja un saco de lastre en el instante $h = 50$ m, determine el tiempo necesario para que llegue al suelo. Suponga que el saco de lastre se suelta desde el globo a la misma velocidad en que avanza el globo. Además, ¿qué rapidez tiene cuando llega al suelo? **R. $3,55$ s, $31,94$ m/s**

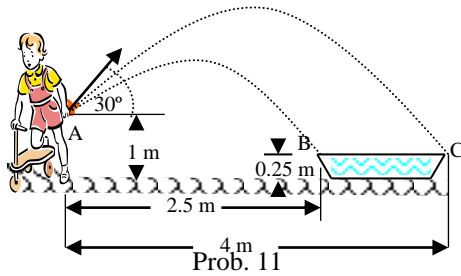
10.- Determine la rapidez de un motociclista acrobático, de modo que cuando despegue de la rampa en A atraviese el centro del aro en B. Asimismo, ¿a qué distancia del aro deberá encontrarse la rampa de aterrizaje y cuál deberá ser su pendiente de modo que aterrice con plena seguridad en C? **R. $61,11$ m ; $24,85^\circ$**



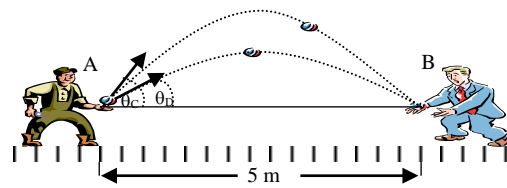
Prob. 10

11.- La niña arroja siempre los juguetes con un ángulo de 30° a partir del punto A, según se ilustra. Determine el tiempo entre los lanzamientos de modo que ambos juguetes golpeen los extremos de la piscina, B y C, en el mismo instante. ¿Con qué rapidez deberá arrojar la niña cada juguete?

R. 0.12s, 4.31m/s, 5.85m/s



Prob. 11



Prob. 12

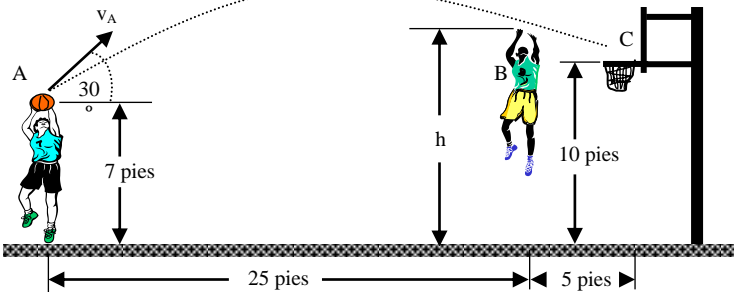
12.- El muchacho en A desea lanzar dos pelotas al chico en B de modo de ambas lleguen al mismo tiempo. Si cada pelota se lanza con una rapidez de 10 m/s, determine los ángulos θ_C y θ_D con los que debe lanzar cada pelota y el tiempo entre lanzamientos. Obsérvese que la primera pelota debe lanzarse con un ángulo $\theta_C(>\theta_D)$, y la segunda con θ_D ser su pendiente de modo que aterrice con

R. 75.3°, 14.7°, 1.45 s

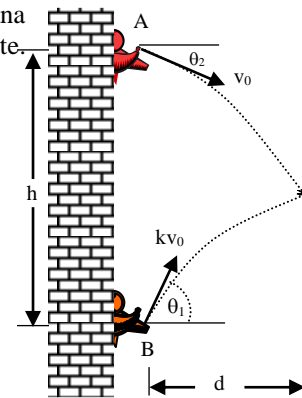
13.- Se proporcionan en el dibujo las mediciones de un tiro grabado en video durante un juego de baloncesto. El balón atravesó el aro cuando apenas pasó por encima de las manos del jugador B que pretendió bloquearla. Ignore el tamaño de la pelota y determine la magnitud v_A de la velocidad inicial, así como la altura h de la pelota cuando pasa por encima del jugador B.

R. 36.85 pies/s, 11.55 pies

14.- En el mismo instante, dos niños arrojan las pelotas A y B desde la ventana con rapidez inicial v_0 y kv_0 , respectivamente, en donde k es una constante. Muestre que las pelotas chocarán entre si $k=\cos \theta_2/\cos \theta_1$



Prob. 13



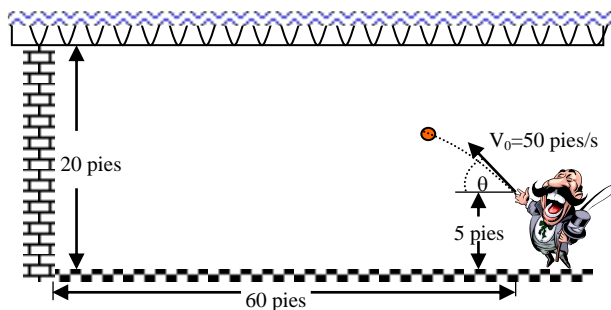
Prob. 14

15.- El hombre está a 60 pies del muro y lanza una pelota hacia éste con una rapidez $v_0=50$ pies/s. Determine el ángulo en que deberá arrojar la pelota de modo que ésta toque el muro en el punto más elevado posible. ¿Cuál es la altura de dicho punto? La habitación tiene el techo a una altura de 20 pies.

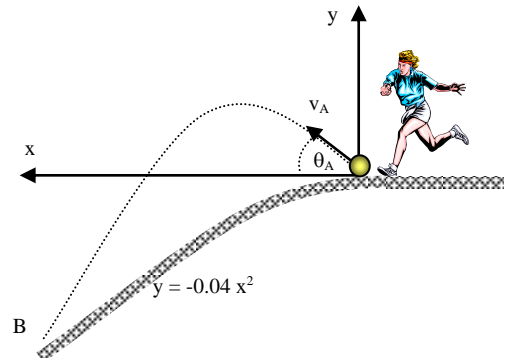
R. 38.43°, 14.86 pies

16.- Se pateó la pelota en A de tal forma que $\theta_A=30^\circ$. Si toca el suelo en el punto B con coordenada $x=15$ pies, determine la rapidez con la que es pateada y con la que toca el suelo.

R. 16.54 pies/s, 22.36 pies/s



Prob. 15

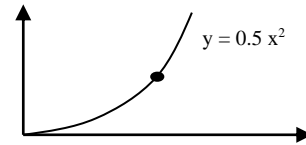


Prob. 16

Problemas adicionales

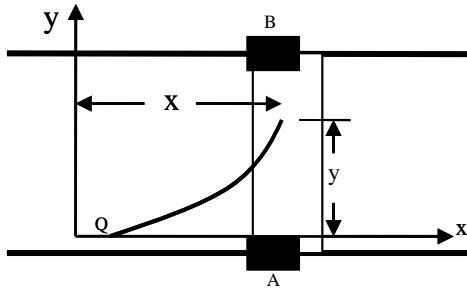
17.- La partícula recorre la trayectoria definida por la parábola. Si la componente de la velocidad a lo largo del eje x es $v_x = 5t$ pies/s, determine la distancia que recorre la partícula desde el origen y la magnitud de la aceleración cuando $t=1$ s. Cuando $t=0$, $x=0$, $y=0$.

R. 4,18 pies, 37.83 pies/s

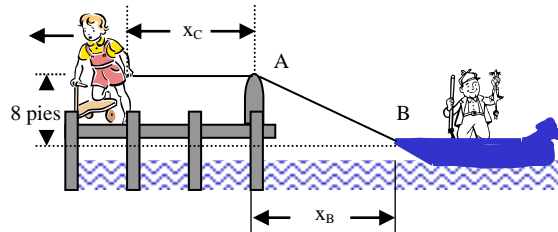


18.- En el graficador automático de la figura se utiliza un bolígrafo para trazar la curva QP en el plano X - Y . La velocidad del carro portador AB está dada como : $dx/dt = (2t + 4)$ pies/s y la velocidad del bolígrafo relativo al carro portador AB está dado como : $dy/dt = (2/y)$ pies/s . En el tiempo $t = 0$ el bolígrafo se encuentra en la posición $(x, y) = (1 \text{ pie}, 0)$. a) Determine la ecuación de la curva QP graficada. b) Calcule la velocidad y la aceleración del punto P para $t = 2$ s. c) Calcule la pendiente de la curva QP para $t = 2$ s.

R. a) $x = y^4/16 + y^2 + 1$ b) $(8i + 0.71j)$ pies/s, $(2i - 0.18j)$ pies/s²



Prob. 18



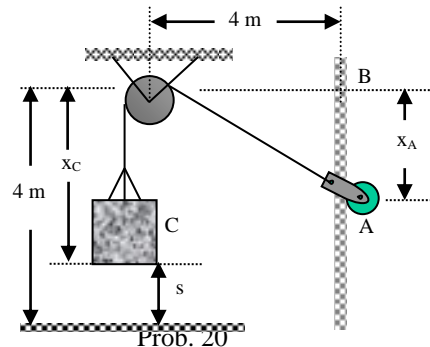
Prob. 19

19.- La muchacha en C está cerca del borde de un muelle y tira horizontalmente de la cuerda con una rapidez constante de 6 pies/s. Determine la aceleración de la lancha en el instante en que la longitud AB de la cuerda es de 50 pies.

R. -0,019 pies/s²

20.- Al mover hacia abajo el rodamiento A con una rapidez constante $v_A = 2$ m/s sobre su guía, se levanta la caja contra la caja C. Encuentre la velocidad y la variación en la velocidad de la caja contra la posición de la misma s . Cuando el rodamiento se encuentra en B, la caja está en reposo en el suelo. Ignore el tamaño de la polea en el cálculo.

R. $(-2/(s+4))[(s+4)^2 - 16]^{1/2}$, $-64/(s+4)^3$



Prob. 20

C-2. MOVIMIENTO EN COORDENADAS NORMAL -TANGENCIAL

1.- Demuestre que el radio de curvatura ρ para una curva : $y = y(x)$, está dado por :

$$\rho = \frac{(1 + (\frac{dy}{dx})^2)^{3/2}}{\frac{d^2y}{dx^2}}$$

2.- Demostrar que la aceleración normal es $a_n = v^2/\rho$

3.- Se dispara un proyectil con una velocidad de 30 m/s y un ángulo de elevación de 35° . Calcule el radio de curvatura. a) En el punto más alto de su trayectoria. b) Para un tiempo $t = \frac{1}{2} t_{\text{subida}}$. c) En el punto de impacto.

R. a) 61.62 m b) 73.29 m c) 112.11 m

4.- Se dispara un proyectil con una velocidad de 20 m/s de tal modo que su altura máxima es igual a su alcance. Calcule el radio de curvatura en el momento del lanzamiento.

R. 168.25 m

5.- Un prototipo de automóvil se somete a una prueba que evalúa su movimiento en una pista difícil. Los registros del movimiento muestran que para el tiempo t_1 la velocidad del automóvil era $v_1 = 40$ m/s y estaba en dicho instante a razón de 3 m/s^2 siendo su aceleración total 25 m/s^2 . Calcule el radio de curvatura de la trayectoria del automóvil en el instante t_1 .

R. 64.47 m

7.- Un aeroplano en prueba de vuelo en picada tiene una velocidad $v_A = 200$ m/s , disminuyendo a un razón de 15 m/s^2 en la parte más baja de su trayectoria . Calcule el radio de curvatura de la trayectoria en el punto A si la aceleración total del aeroplano es de 80 m/s^2 en ese punto.

R. 509.03 m

8.-En el modelo de Bohr del átomo de hidrógeno, un electrón gira alrededor de un protón en una órbita circular de $5.29 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ de radio con una velocidad de $2.18 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. ¿Cuál es la aceleración del electrón en ese modelo del átomo de hidrógeno?

R. $8.98 \cdot 10^{22} \text{ m/s}^2$

9.- Una rueda de feria Ferris tiene un radio de 15 m y completa cinco vueltas sobre su eje horizontal a cada minuto. (a) ¿Cuál es la aceleración, magnitud y dirección, de un pasajero en el punto más alto? (b) ¿Cuál es la aceleración en el punto más bajo?

R. a) 4.11 m/s^2 hacia arriba ; b) 4.11 m/s^2 hacia abajo

10.- El tren rápido conocido como el TGV Atlantique que corre desde el sur de París hasta Le Mans, en Francia, tiene una rapidez máxima de 310 km/h. (a) Si el tren toma una curva a esta velocidad y la aceleración experimentada por los pasajeros ha de estar limitada a $0.05g$, ¿cuál es el radio de curvatura de la vía más pequeña que puede tolerarse? (b) Si existe una curva con un radio de 0.94 km, ¿a que valor deberá disminuir su velocidad?

R. a) 15.13 km ; b) 77.26 km/h

11.- Se cree que ciertas estrellas neutrón (estrellas extremadamente densas) giran a alrededor de 1 rev/s. Si una estrella tal que tal tiene un radio de 20 km (valor típico), (a) ¿cuál es la velocidad de un punto situado en el ecuador de la estrella y (b) ¿cuál es la aceleración centrípeta de ese punto?

R. a) 125.61 km/s b) 789.57 km/s^2

12.- Se dispara un objeto de masa $m = 2 \text{ kg}$ con una rapidez de 10 m/s y un ángulo de inclinación de 30° desde una altura de 20 m. Calcule el radio de curvatura de la trayectoria en el momento del impacto.

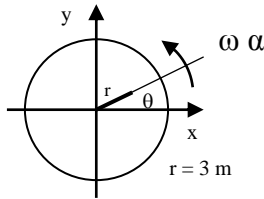
R. 29.137 m

13.- Un niño hace girar a una piedra en un círculo horizontal situado a 1.9 m sobre el suelo por medio de una cuerda de 1.4 m de longitud. La cuerda se rompe, y la piedra sale disparada horizontalmente, golpeando el suelo a 11 m de distancia. ¿Cuál fue la aceleración centrípeta de la piedra mientras estaba en movimiento circular?

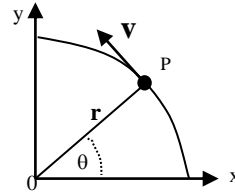
R. 222.89 m/s^2

14.- Experimentalmente se ha demostrado que el paquete P desliza fuera del disco giratorio de la figura cuando la magnitud de su aceleración sea igual a 30 m/s^2 . El disco inicia su movimiento desde el reposo en $\theta = 0$ y acelera en sentido anti-horario con una aceleración angular constante $\alpha = 2 \text{ rad/s}^2$. Calcule el ángulo θ en el cual el paquete desliza. Los ejes X, Y definen el plano horizontal.

R. 2.45 rad o 140.70°



Prob. 14



Prob. 15

15.- Una partícula P se mueve en una trayectoria circular de radio $r = 2$ m con una velocidad $v = 5$ m/s en $\theta = 30^\circ$. La velocidad esta aumentando en la posición dada a razón de 3 m/s^2 . Calcule la aceleración total de la partícula usando coordenadas normal tangencial.

R. $(3T + 12.5N) \text{ m/s}^2$

16.- Dos corredores A y B se mueven en el mismo sentido en una pista circular. En el instante en que tienen la misma posición angular, sus velocidades lineales son: $v_A = 4 \text{ m/s}$ y $v_B = 2 \text{ m/s}$. y sus aceleraciones tangenciales son constantes $a_{tA} = 2 \text{ m/s}^2$ y $a_{tB} = 4 \text{ m/s}^2$. radio de la pista 50 m

a) Determine la máxima ventaja que A le saca a B.

b) Cuales son las velocidades angulares en el momento en que se da la máxima ventaja

c) Cuales son las componentes normales de sus aceleraciones en el momento en que se da la máxima ventaja.

R. a) 1m; b) 0,12 rad/s, 0,12 rad/s ; 0,72 m/s², 0,72 m/s²

17.- El vector posición de una partícula en movimiento curvilíneo plano $\mathbf{r}(t) = (4t^3 + 5) \mathbf{i} - t^2 \mathbf{j}$, todas las unidades en el S .I.. Calcule el radio de curvatura , la aceleración normal , la aceleración tangencial y la aceleración total de la partícula para $t = 1$ s y para $t = 2$ s.

R. a) 75,02 m, 1,972 m/s², 24,002 m/s², 24.08 m/s²; b) 1162,91m, 1,995 m/s², 48,00 m/s², 48.04 m/s²

18.- Se mide electrónicamente la posición de una partícula con carga eléctrica que se mueve en un plano horizontal. Esta información se suministra a una computadora que emplea técnicas de ajuste de curvas para generar la expresión analítica de la posición de la partícula , la cual resulta estar dada por : $\mathbf{r}(t) = t^3 \mathbf{i} + t^4 \mathbf{j}$, donde \mathbf{r} está en metros y t en segundos. Para $t = 1$ s , calcule: a) La aceleración de la partícula expresada en sus componentes rectangulares. b) Las componentes normal y tangencial de la aceleración. c) El radio de curvatura de la trayectoria de la partícula.

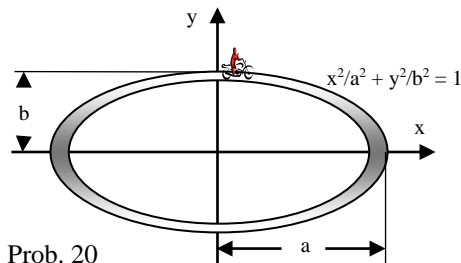
R. a) $(6\mathbf{i} + 12\mathbf{j}) \text{ m/s}^2$ b) 2,398 m/s², 13.2 m/s² c) 10,425 m

19.- Un auto se mueve según el vector posición $\mathbf{r} = t^3 \mathbf{i} + t^2 \mathbf{j}$, para $t = 2$ s determine las aceleraciones tangencial normal, total y el radio de curvatura.

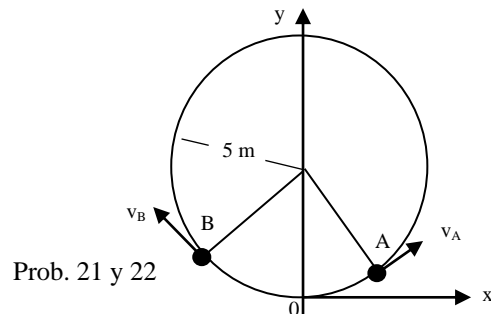
R. 12.02 m/s, 1.897 m/s², 12.166 m/s², 84.34 m

20.- Una motocicleta que viaja a lo largo de una pista elíptica con una rapidez constante v . Determine la mínima aceleración si $a > b$.

R. $v^2 b/a^2$



Prob. 20



Prob. 21 y 22

21.- Las partículas A y B arrancan del origen moviéndose en direcciones opuestas sobre una trayectoria circular con rapidez constante $v_A = 0.7 \text{ m/s}$ y $v_B = 1.5 \text{ m/s}$, respectivamente. En $t = 2$ s determine para cada partícula (a) el modulo del desplazamiento (b) el vector de posición.

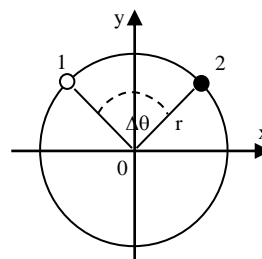
R. a) 1.40 m, 2.95 m ; b) $(1.38\mathbf{i} + 0.195\mathbf{j}) \text{ m}$, $(-2.823\mathbf{i} + 0.873\mathbf{j}) \text{ m}$

22.- Las partículas A y B arrancan del origen y recorren en direcciones opuestas sobre una trayectoria circular con rapidez constante $v_A = 0.7 \text{ m/s}$ y $v_B = 1.5 \text{ m/s}$, respectivamente. Determine el tiempo de colisión y la magnitud de la aceleración de B un instante antes de que ocurra el choque

R. 14.28 s, 0.45 m/s²

Problemas adicionales

23.- Una partícula en movimiento circular uniforme con respecto al origen 0 tiene una velocidad v . (a) Demuestre que el tiempo requerido para que pase a través de un desplazamiento angular está dado por $\Delta t = 2\pi r \Delta\theta / (v \cdot 360^\circ)$. (b) Refiérase a la figura y, tomando las componentes x y y de las velocidades en los puntos 1 y 2, demuestre que las medias de $a_{mx} = 0$ y $a_{my} = -0.9v^2/r$, para un par de puntos simétricos con respecto al eje y siendo $\Delta\theta = 90^\circ$. (c) Demuestre que si $\Delta\theta = 30^\circ$, $a_{mx} = 0$ y $a_{my} = -0.99v^2/r$. (d) Demuestre que $a_{mx} \rightarrow 0$ y $a_{my} \rightarrow -v^2/r$ según $\Delta\theta \rightarrow 0$ y que la simetría circular requiere esta respuesta para cada punto del círculo.



24.- Una partícula P se mueve con una velocidad constante $v = 10$ pies/s sobre una trayectoria definida por $y = 4x^2$ pies. Calcule el radio de curvatura ρ y la aceleración \mathbf{a} de la partícula para $x = 0$ y $x = 2$ pies.

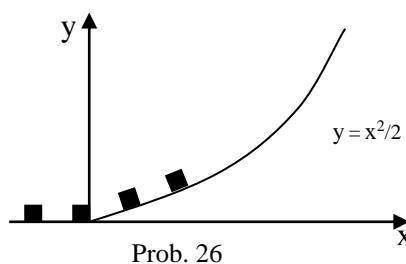
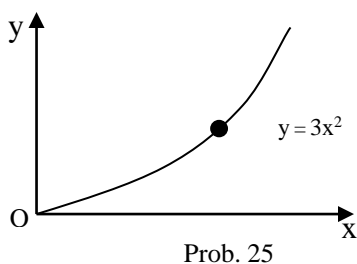
R. 0.125 pies, 800 pies/s²; 515 pies, 0.194 pies/s²

25.- Una partícula P inicia su movimiento desde el reposo desde el punto O (ver figura). La trayectoria del movimiento se define por: $y = 3x^2$ donde y y x están en metros. La velocidad de la partícula aumenta a razón constante y llega a $x = 1$ m en un tiempo $t = 0,2$ s después de iniciado su movimiento. Calcule los vectores de aceleración para a) $x = 0$ y b) $x = 1$ m.

R. 304,138i m/s², (-47,308i+316,213j) m/s²

26.- En una operación de manufactura se transporta pequeños contenedores que en una etapa del proceso son conducidos por un riel parabólico paralelo al suelo. ¿Cuál es la máxima magnitud de la velocidad v de los contenedores si su aceleración total, causada por el riel parabólico, no debe exceder de 200 p/s^2 ? Suponga que el riel no cambia la magnitud de la velocidad de los contenedores. ($p = \text{pulgada}$)

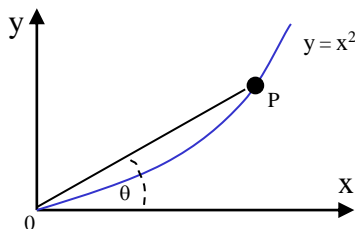
R. 14.14 pulg/s



27.- Una partícula P se mueve con una velocidad constante $v = 3$ m/s en una trayectoria definida por $y = x^2$. Calcule la velocidad angular y la aceleración angular de la línea OP para $x = 2$ m con el ángulo θ medido desde el eje x .

R. 0.15 rad/s, -0.139 rad/s²

Prob. 27



D. MOVIMIENTO RELATIVO DE TRASLACIÓN

D-1. MOVIMIENTOS RELATIVOS RECTILÍNEOS

1.- Dos personas caminan sobre la misma línea recta y en el mismo sentido, después de 5 minutos la persona A ha caminado 200 m, mientras que la persona B ha caminado 150 m. a) Calcule la velocidad relativa de B respecto de A. b) ¿Cual sería la velocidad de A respecto a B si las personas caminaran en sentidos opuestos?.

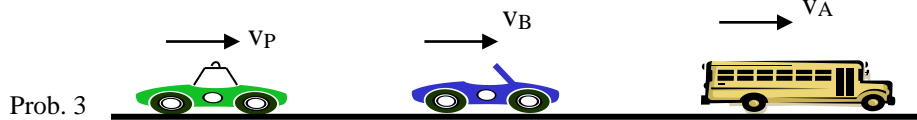
R. a) 0,166 m/s ; b) -7m/s

2.- Las posiciones de dos partículas A y B están definidas por $x_A = t^3 + 4$ y $x_B = 3t - 2$, donde x esta en metros y t en segundos. Calcule la velocidad y la aceleración relativas de B respecto de A para $t = 3$ s.

R. -24 m/s, -18 m/s²

3.- Suponga que un automóvil P de la policía esta equipado con un complejo sistema de radar que le permite detectar simultáneamente a dos vehículos. En un instante dado $v_P = 17,878$ m/s, $a_P = 3,05$ m/s², la velocidad relativa de A respecto al patrullero $v_{A/P} = 11,174$ m/s, la aceleración relativa de A respecto al patrullero es $a_{A/P} = -2,44$ m/s², la velocidad relativa de B respecto al patrullero es $v_{B/P} = 8,938$ m/s, y la aceleración relativa de B respecto al patrullero es $a_{B/P} = -3,965$ m/s². Calcule las velocidades absolutas, v_A y v_B , y las aceleraciones absolutas a_A y a_B de los vehículos A y B.

R. 29,05 m/s, 26,82 m/s, 0,61 m/s², -0,92 m/s²



4.- Un elevador asciende con una aceleración de 4.0 pies/s². En el instante en que su velocidad es de 8 pies/s, Un tornillo suelto cae desde el techo del elevador hasta el piso, que esta a 9 pies de distancia. Calcule: a) el tiempo que le tomó al tornillo viajar desde el techo hasta el piso, y b) la distancia que ha caído en relación al piso del elevador, c) la distancia que ha caído en relación al suelo.

R. a) 0,707s ; b) 9,000m ; c) 5,144m

5.- Los movimientos de dos partículas A y B están definidos por $x_A = 4t + 2$ y $v_B = 3t^2 + t$, todas las unidades en el S.I. Calcule la posición, la velocidad y la aceleración relativas de B respecto a A para $t = 10$ s. Si cuando $t = 0$ $x_B = 1$ m.

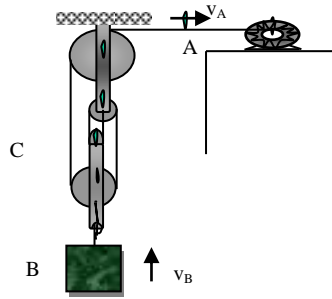
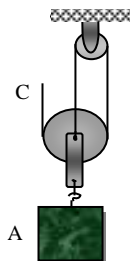
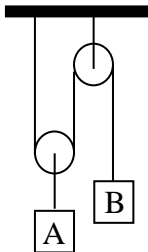
R. 1009m, 306m/s, 61m/s²

6.- En un fresco río navegable, un remero se desplaza contra la corriente en su bote. Al pasar por un puente se le cae el sombrero, 5 minutos después se da cuenta y vuelve por él, remando en favor de la corriente y logra atrapar su sombrero 1 Km aguas abajo del puente. Hallar la velocidad del río si la velocidad relativa al agua es la misma cuando va contra la corriente como cuando va a favor de ella.

R.0.1 km/h

7.- Los bloques A y B están inicialmente en reposo cuando $y_A = 3$ m e $y_B = 2$ m. El bloque B es acelerado hacia abajo a una razón constante de 0,5 m/s². Calcule la posición relativa vertical y la velocidad relativa de los bloques 3 s después de iniciado el movimiento.

R. 2,375 m, 2,25 m/s

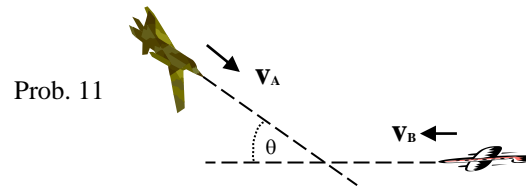
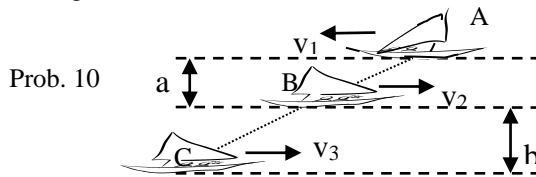


8.- El sistema de cable y polea se emplea para elevar la carga A. Determine el desplazamiento de la carga si el extremo C del cable se desplaza 4 pies hacia arriba.

R. 1.33 pies

9.- Determine la rapidez constante con la que es preciso que el motor enrolle el cable en A para elevar 15 pies en 5 s la carga en B. **R. 9 pies/s**

10.- Tres buques A, B, y C navegan en direcciones paralelas que distan entre si a y b respectivamente. Se conocen las velocidades v_1 y v_2 . Que velocidad v_3 deberá llevar el buque C. para que el B cubra siempre la vista de A. Ver figura.



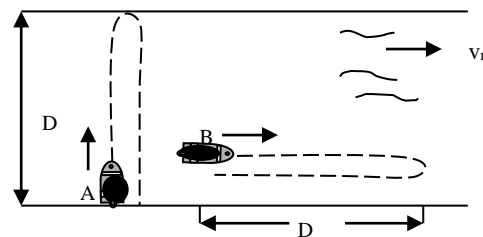
D-2. MOVIMIENTOS RELATIVOS EN EL PLANO

1.- Los aviones A y B vuelan a la misma altitud. Si sus velocidades son $v_A = 300$ mi/h y $v_B = 250$ mi/h cuando el ángulo entre sus trayectorias rectilíneas es 35° como se observa, determine la velocidad del avión A con respecto del B. **R. 525 mi/h, 19.1°**

2.- En un río de 0,3 Km de ancho, en el que el agua corre a una velocidad de 10 Km/h, un bote cuya velocidad respecto al río es de 30 Km/h apunta en una dirección que forma 30° con la orilla. ¿que tiempo Tarda en cruzar el río y cuantos Km aguas arriba del punto de partida atracara el bote ? **R. 0.02 h, 0,032 km**

3.- En el problema anterior a) ¿Cual es el mínimo tiempo en el que el bote puede cruzar el río ? b) ¿En que dirección debe apuntar el bote par cruzar transversalmente el río ?

4.- La figura es el esquema de un río de anchura D que fluye con velocidad v_r . Dos botes parten de una orilla del río con velocidad v' relativa al agua. El bote A cruza el río hasta llegar a un punto en la otra orilla exactamente opuesto al de la partida, y después regresa mientras que el bote B mientras que el bote B recorre aguas abajo la distancia D y posteriormente regresa al punto de partida .



a) Calcular el tiempo empleado en cada recorrido.
b) ¿Cual de los dos botes emplea menor tiempo?

Prob. 4

R. a) $t_1 = \frac{2D}{\sqrt{v'^2 - v_r^2}}$, $t_1 = \frac{2Dv'}{\sqrt{v'^2 - v_r^2}}$ b) $t_2 > t_1$

5.- Un bote requiere 2 minutos para cruzar un río de ancho = 150 m ,la velocidad del bote relativa al agua es de 3 m/s y la velocidad de la corriente de agua es de 2 m/s .¿En qué puntos posibles aguas arriba y aguas abajo podrá el bote atracar. **R. 86.4 m aguas arriba, 566.4 m aguas abajo**

6.- Un vuelo transcontinental de 2700 mi está programado con un tiempo 50 min más largo cuando vaya hacia el oeste que hacia el este. La velocidad del aeroplano de propulsión a chorro en el aire es de 600 mi/h. ¿Qué hipótesis deberán hacerse sobre la velocidad de la corriente de viento del chorro del aeroplano, ya sea del este o del oeste, al preparar la bitácora? **R. El viento sopla del Oeste a 55 mi/h**

7.- Está nevando verticalmente a una velocidad constante de 7.8 m/s. (a) ¿Con qué ángulo con respecto a la vertical y (b) a qué velocidad parecen estar cayendo los copos de nieve según los ve el conductor de un automóvil que viaja en una carretera recta a una velocidad de 55 km/h?

8.- Un piloto debe viajar hacia el este desde A hasta B y luego regresan de nuevo a A hacia el oeste. La velocidad del aeroplano en el aire es v y la velocidad del aire con respecto al suelo es u . La distancia entre A y B es l y la velocidad de aeroplano en el aire es constante. (a) Si $u=0$ (aire quieto), demuestre que el tiempo del viaje redondo es $t_0 = 2l/v$. (b) Suponga que la velocidad del aire va hacia el este (u oeste). Demuestre que el tiempo del viaje redondo es, entonces, $t_E = t_0/(1-u^2/v^2)$. (c) Suponga que la velocidad del aire es hacia el norte (o hacia el sur). Demuestre que el tiempo del viaje redondo es, entonces, $t_N = t_0/(1-u^2/v^2)^{1/2}$. (d) En las partes (b) y (c), ¿debemos suponer que $u < v$? ¿por qué?

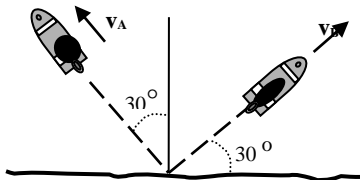
9.- Una mujer puede remar en un bote a razón de 4.0 mi/h en aguas tranquilas. (a) Si está cruzando un río donde la corriente es de 2.0 mi/h, ¿hacia qué dirección deberá llevar su bote si quiere llegar a un punto directamente opuesto a su punto de arranque? (b) Si el río tiene una anchura de 4.0 mi, ¿cuánto tiempo le tomará cruzar el río? (c) ¿Cuánto tiempo le tomará remar 2.0 mi río abajo y luego regresar a su punto de arranque? (d) ¿En qué dirección deberá enfilar a su bote si desea cruzar en el tiempo más corto posible? ¿Cuál es ese tiempo?

R. a) 30° corriente arriba b) 69 min c) 80 min d) 80 min

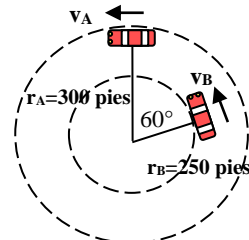
10.- Dos aviones, A y B, vuelan a la misma altitud. Si sus velocidades son $v_A = 600$ km/h y $v_B = 500$ km/h, y el ángulo entre sus trayectorias rectilíneas es de $\theta = 75^\circ$, determine la velocidad del avión B con respecto del avión A.

R. 875 km/h, 41.5°

11.- Cada lancha arranca desde el reposo en el punto 0 y en el mismo instante se mueven en la dirección que se ilustra. Si A tiene una aceleración de $a_A = 2$ pies/s² y B la tiene de $a_B = 3$ pies/s², determine la rapidez de la lancha A con respecto a B en el instante en que se encuentran a 800 pies de distancia entre sí.



Prob. 11

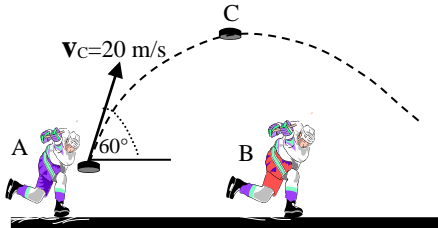


Prob. 12

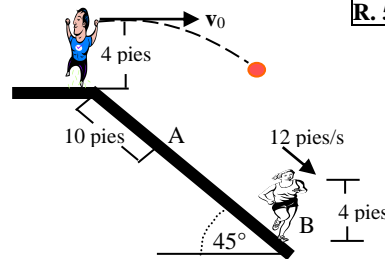
12.- Los automóviles A y B se desplazan por una pista circular de carreras. En el instante que se indica, A tiene una rapidez de 90 pies/s y se incrementa a un ritmo de 15 pies/s², en tanto que B tiene una rapidez de 105 pies/s y la reduce a un ritmo de 25 pies/s². Determine la velocidad y la aceleración relativas del automóvil A con respecto del B en ese instante.

13.- En un instante determinado, el jugador de fútbol americano A lanza el balón C con la velocidad de 20 m/s en la dirección que se indica. Determine la rapidez constante con la que debe correr el jugador B de modo que pueda recibir el balón a la misma altura a la que se lanzó. Asimismo, calcule la velocidad y la aceleración relativas del balón con respecto de B en el instante en que éste la recibe. El jugador B está a 15 m de distancia de A cuando éste comienza a lanzar el balón.

R. 5.75 m/s, 17.8 m/s, 76.2°, g



Prob. 13



Prob. 14

14.- El muchacho B corre hacia abajo por una pendiente con una rapidez constante de 12 pies/s. En el instante en que llega a A, su amigo le lanza una pelota horizontalmente en el borde de la pendiente. Determine el tiempo de vuelo antes que B reciba la pelota, la velocidad de lanzamiento v_0 y la rapidez con que la pelota se desplaza en el momento en que B la toma.

R. 0.977 s, 15.7 pies/s, 24.1 pies/s 15.7 pies/s

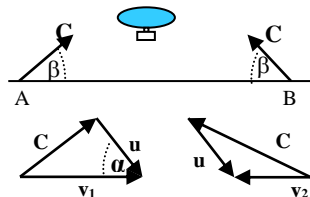
Problemas adicionales

55.- Para un observador sobre un barco que se mueve directamente al sur a 16 km/h el viento parece soplar del este. Después que el barco ha cambiado su rumbo y se mueve directamente al oeste a 16 km/h, el viento parece soplar del noreste. Suponiendo que durante el periodo de observación la velocidad del viento se mantiene constante, determinar su magnitud y dirección. **R. 35,78 km/h, rumbo (S 63,43° O)**

56.- Un helicóptero se dirige hacia el sur con una rapidez de 45 km/h. El piloto observa, que en los últimos 50 minutos ha cubierto 25 km con una dirección S 45° O ¿Cuál es la rapidez y dirección del viento? **R. 31,87 km/h, rumbo N 41,73° O**

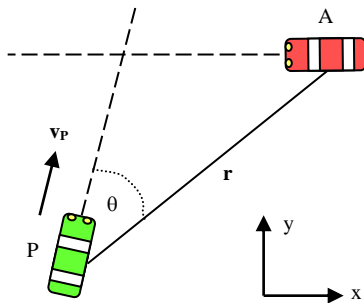
57.- Un dirigible sometido a la acción de un viento, cuya magnitud y dirección se desconoce, recorre en línea recta el camino desde A hasta B en el tiempo t_1 , y durante todo el trayecto es empujado horizontalmente por sus hélices en una dirección que forma el ángulo β con la dirección AB. Para efectuar la vuelta desde B hasta A invierte un tiempo t_2 , y es empujado horizontalmente durante todo el trayecto en una dirección que forma el ángulo β con la dirección BA. Calcule a) la velocidad horizontal c propia del globo, b) la velocidad u del viento y su inclinación respecto de AB.

Prob. 57

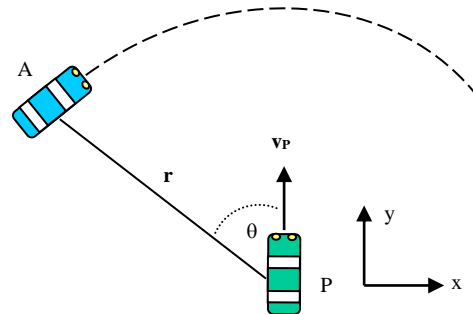


58.- Un automóvil de policía P se mueve a una velocidad $\mathbf{v}_P = (30\mathbf{i} + 10\mathbf{j})$ mph cuando su radar muestra que: $r = 400$ pies, $\dot{r} = -100$ pies/s (r disminuyendo), $\dot{\theta} \approx 0$, $\theta = 0.11$ rad, $\ddot{\theta} = -10^{-5}$ rad/s (θ disminuyendo) y $\ddot{r} \approx 0$. Calcule la velocidad del automóvil A.

59.- La velocidad de un automóvil de policía es $\mathbf{v}_P = 40\mathbf{j}$ km/h en el momento que su radar da la siguiente información sobre el auto A: $r = 80$ m, $\dot{r} = -35$ m/s (r disminuyendo), $\ddot{r} = -3$ m/s², $\theta = 0.9$ rad, $\dot{\theta} = -0.2$ rad/s (θ disminuyendo) y $\ddot{\theta} \approx 0$. Calcule la velocidad y la aceleración del A. **R. $(37.4\mathbf{i} + 1.84\mathbf{j})$ m/s, $(-3.85\mathbf{i} - 14.82\mathbf{j})$ m/s²**



Prob. 58



Prob. 59

E. DINÁMICA

E-1. DINÁMICA DE LOS MOVIMIENTOS RECTILÍNEOS

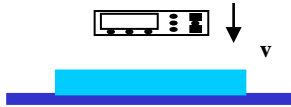
1.- Poco después del despegue un cohete está acelerando verticalmente a una razón de 80 pies/s. Calcule la fuerza neta que ejerce el asiento sobre un astronauta de 170 lb. **R. 592.36 lb**

2.- Si poco después del despegue del cohete del prob. 1 su aceleración es $\mathbf{a} = (3\mathbf{i} + 25\mathbf{j})\text{m/s}^2$ calcule la fuerza horizontal y vertical que el asiento ejerce sobre un astronauta de 70 kg. **R. $\mathbf{F} = (210\mathbf{i} + 2436\mathbf{j})\text{N}$**

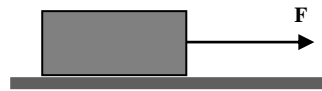
3.- En una prueba de materiales utilizados como protección en empaques, un instrumento electrónico de 10 kg se deja caer sobre un colchón de material protector. El colchón cambia la velocidad del instrumento de 15 m/s a cero en un intervalo de tiempo $\Delta t = 0.002$ s. Calcule la fuerza que el colchón ejerce sobre el instrumento durante su desaceleración. **R. 75098 N**



Prob. 1



Prob. 3



Prob. 4

4.- Un bloque de 15 kg está en reposo sobre una superficie horizontal, los coeficientes de rozamiento estático y cinético entre el bloque y la superficie horizontal son 0.2 y 0.3 respectivamente. ¿Cuanto vale la fuerza de rozamiento cuando se aplica una fuerza \mathbf{F} horizontal en los siguientes casos: a) $\mathbf{F} = 5$ N b) $\mathbf{F} = 10$ N c) $\mathbf{F} = 30$ N d) $\mathbf{F} = 40$ N e) $\mathbf{F} = 50$ N. **R. a) 5N, b) 10N, c) 30N, d) 40N, e) 29.43N**

5.- Resuelva el problema (4) si \mathbf{F} tiene una inclinación de 30° **R. a) 4.33N, b) 8.66N, c) 25.98N, d) 34.64N, e) 24.43N**

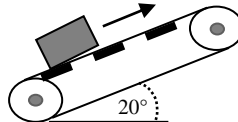
6.- Un camión se mueve horizontalmente a una velocidad $v_0 = 60$ pies/s cuando se aplican los frenos immobilizando las ruedas. Calcule el coeficiente de fricción cinética entre las ruedas y el pavimento si el camión se detiene después de recorrer 350 pies deslizando. **R. 0.16**

7.- Una fuerza $\mathbf{F} = (200\mathbf{i} + 25\mathbf{j})$ N mueve horizontalmente un bloque de 5 kg. a) Calcule el vector aceleración del bloque si el coeficiente de fricción cinética es 0.3. b) Repita el inciso (a) si la masa del bloque es 2 Kg. **R. a) $\mathbf{a} = 38.56\mathbf{i}$ N, b) $\mathbf{a} = (100\mathbf{i} + 2.7\mathbf{j})\text{N}$**

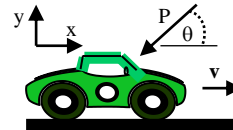
8.- El coeficiente de fricción estática entre el bloque de 10 lb y la banda transportadora es 0.6. Calcule la máxima aceleración hacia arriba en la dirección del plano inclinado que puede alcanzar el bloque sin que haya deslizamiento. **R. 7.14 pies/s²**



Prob. 7



Prob. 8



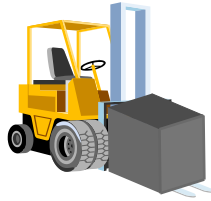
Prob. 9

9.- Un automóvil experimental está equipado con un dispositivo para reforzar la acción del frenado. En este automóvil un chorro de aire produce una fuerza \mathbf{P} que reduce la distancia de frenado a partir de una velocidad inicial v_0 . Para cualquier ángulo θ , $\mathbf{P} = 0.2 \mathbf{W}$, donde \mathbf{W} es el peso del vehículo. Grafique la distancia de frenado normalizada $d/(v_0^2/g)$ como una función de θ (para $\theta = 0, 45^\circ, 90^\circ$) si el coeficiente de fricción cinética es 0.2.

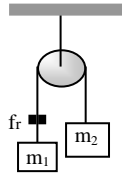
10.- Un aeroplano de 12000 kg está volando a nivel con una velocidad de 870 km/h. ¿Cuál es la fuerza de sustentación dirigida hacia arriba que ejerce el aire sobre el aeroplano?

11.- Una caja de 150 kg se encuentra colocada en la horquilla horizontal de un montacargas y no deberá moverse de su lugar con los movimientos de éste. La horquilla no tiene movimiento vertical cuando el montacargas empieza a disminuir su velocidad desde una velocidad inicial de 15 km/h hasta el reposo.

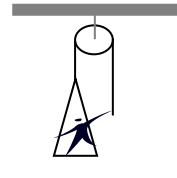
¿Cuál es la mínima distancia que deberá recorrer el montacargas hasta detenerse sin desplazamiento de la caja, si el coeficiente de fricción estática entre la caja y la horquilla es 0.3? **R. 2.96m**



Prob. 11



Prob. 13

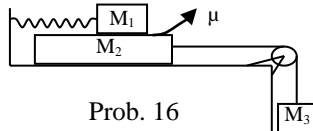


Prob. 14

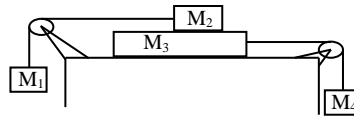
12.- El montacargas del problema anterior está bajando una carga de 300 lb con una aceleración (hacia abajo) de 4 pies/s². ¿Cuál es la máxima aceleración horizontal del montacargas si la caja no debe moverse sobre la horquilla horizontal, donde el coeficiente de fricción es 0,4. **R. 11.28m/s²**

13.- En la figura se muestra una maquina de atwood, sometida a una fuerza de fricción constante $f=10\text{N}$ que actúa sobre la cuerda, determine la aceleración de las masas $m_1=5\text{kg}$ y $m_2=10\text{kg}$. **R. 2.6m/s²**

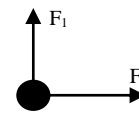
14.- Un pintor que pesa 180 lb. Esta trabajando sobre una silla móvil. Este desea moverse rápidamente y jala hacia abajo el extremo libre de la cuerda con tal fuerza que presiona contra la silla con una fuerza de 100 lb. La silla pesa 30 lb. a) ¿Cual es la magnitud de la aceleración del sistema silla - hombre ?. b) ¿Cual la tensión en la cuerda ? **R. 10.73m/s²**



Prob. 16



Prob. 17



Prob. 20

16.- El sistema de la figura está formado por las masas $M_1 = 3\text{ kg}$, $M_2 = 4\text{ kg}$ y $M_3 = 10\text{ kg}$, el resorte de constante elástica $k = 100\text{ N/m}$ está estirado 0.098 m si el coeficiente de fricción cinético entre M_1 y M_2 y entre M_2 y el plano horizontal es el mismo, ¿cuál es la aceleración con que baja M_3 ? **R. 4.67m/s²**

17.- El sistema de la figura está formado por las masas M_1 , $M_2 = 2\text{ kg}$ y $M_3 = 4\text{ kg}$ y M_4 , el coeficiente de fricción estático entre M_2 y M_3 es 0.4 y entre M_3 y el plano horizontal es 0.3. Para un valor de $M_1 = 0.5\text{ kg}$.

- ¿Cuál es el máximo valor de M_4 que mantiene al sistema en equilibrio? y ¿cuales los valores de las fuerzas de rozamiento f_2 entre M_2 y M_3 y f_3 entre M_3 y el plano horizontal?
- ¿Cuál será el máximo valor de M_1 para el valor de M_4 calculado en el inciso (a)? y ¿cuales los valores de las fuerzas de rozamiento f_2 entre M_2 y M_3 y f_3 entre M_3 y el plano horizontal?
- ¿Cuál será el máximo valor de M_4 para el valor de M_1 calculado en el inciso (b)? y ¿cuales los valores de las fuerzas de rozamiento f_2 entre M_2 y M_3 y f_3 entre M_3 y el plano horizontal?

18.- Dos estudiantes tratan de romper una cuerda. Primero jalan uno contra el otro y fallan. Luego atan un extremo en una pared y jalan juntos. ¿ Es éste procedimiento mejor que el primero? Explique su respuesta.

19.- Un bloque de 5.5 kg está inicialmente en reposo sobre una superficie horizontal sin fricción. Es jalado con una fuerza horizontal constante de 3.8 N . (a) ¿Cuál es su aceleración? (b) ¿Cuánto tiempo debe ser jalado antes de que su velocidad sea de 5.2 m/s ? (c) ¿Cuánto se aleja en ese tiempo?

20.- Un cuerpo de masa m recibe la acción de dos fuerzas F_1 y F_2 como se muestra en la figura. Si $m=5.2\text{ kg}$, $F_1=3.7\text{ N}$, y $F_2=4.3\text{ N}$, halle el vector de aceleración del cuerpo.

21.- Un viajero del espacio cuya masa es de 75.5 kg abandona la Tierra. Calcule su peso (a) en la Tierra en Marte, donde $g=3.72\text{ m/s}^2$, y (c) en el espacio interplanetario. (d) ¿Cuál es su masa en cada uno de estos lugares?

22.- Una lámpara cuelga verticalmente de un cordón en un elevador en descenso. El elevador tiene una desaceleración de 2.4 m/s^2 ($=7.9\text{ ft/s}^2$) antes de detenerse. Si la tensión en el cordón es de 89 N (20 lb), ¿Cuál es la tensión en la cuerda cuando el elevador asciende con una aceleración de 2.4 m/s^2 ($=7.9\text{ ft/s}^2$)? **R. 89 N**

23.- Se deja caer un bloque desde el reposo en la parte superior de un plano inclinado sin fricción de 16 m de longitud. Llega a la base 4.2 s más tarde. Un segundo bloque es lanzado hacia arriba desde el fondo del plano en el instante en que el primer bloque es soltado de modo tal que regresa al fondo simultáneamente con el primer bloque. (a) Halle la aceleración de cada bloque sobre el plano inclinado. (b) ¿Cuál es la velocidad inicial del segundo bloque? (c) ¿Qué distancia recorre hacia arriba en el plano inclinado? (d) ¿Qué ángulo forma el plano con al horizontal?

R. a) 1.8 m/s² b) 3.8 m/s c) 4 m d) 11°

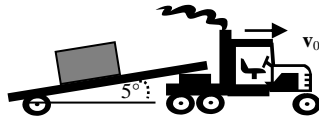
24.- Una plomada, que consta de una pequeña pesa suspendida por un cordón de masa despreciable, cuelga del techo de un vagón de ferrocarril y actúa como un acelerómetro. (a) Demuestre que la expresión que relaciona a la aceleración horizontal a del carro con el ángulo θ formado por el cordón con la vertical está dada por $a = g \tan \theta$. (b) Halle a cuando $\theta = 20^\circ$. (c) Halle θ cuando $a = 5.0 \text{ ft/s}^2$.

R. b) 12 pies/s² c) 8.9°

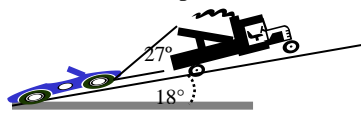
25.- Un camión está desacelerando a razón de 20 pies/s^2 cuando un contenedor de 500 lb que transporta empieza a deslizar hacia adelante sobre la plataforma inclinada del camión. Calcule el coeficiente de fricción entre el contenedor y la plataforma.

R. 0.5

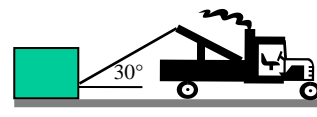
26.- Un automóvil de 1200 kg está siendo arrastrado por un plano inclinado a 18° por medio de un cable atado a la parte trasera de un camión-grúa. El cable forma un ángulo de 27° con el plano inclinado. ¿Cuál es la mayor distancia que el automóvil puede ser arrastrado en los primeros 7.5 s después de arrancar desde el reposo si el cable tiene una resistencia a la rotura de 4.6 kN? Desprecie todas las fuerzas resistivas sobre el automóvil.



Prob. 25

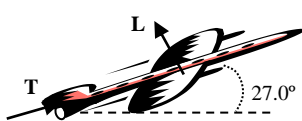


Prob. 26

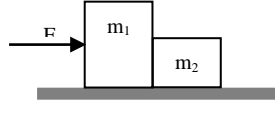


Prob. 27

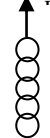
27.- El conductor trata de remolcar la caja utilizando una cuerda que posee una tensión de 200 lb. Si la caja se encuentra originalmente en reposo y tiene un peso de 500 lb, determine la mayor aceleración que puede experimentar si el coeficiente de fricción estática entre la caja y el camino es 0.4 y el coeficiente de fricción cinética es 0.3.



Prob. 28



Prob. 29



Prob. 30

28.- Un avión de combate a chorro despegue aun ángulo de 27.0° con la horizontal, acelerando a 2.62 m/s^2 . El peso del avión es de 79300 N. Halle (a) el empuje T del motor del avión y (b) la fuerza ascensional L ejercida por el aire perpendicularmente a las alas; Desprecie la resistencia del aire.

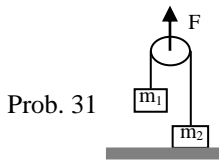
29.- Dos bloques están en contacto sobre una mesa carente de fricción. Se aplica una fuerza horizontal a un bloque, como se muestran en la figura. (a) Si $m_1 = 2.3 \text{ kg}$, $m_2 = 1.2 \text{ kg}$, y $F = 3.2 \text{ N}$, Halle la fuerza de contacto entre los dos bloques. (b) Demuestre que si se aplica la misma fuerza F a m_2 en lugar de a m_1 , la fuerza de contacto entre los bloques es 2.1 N, el cual no es el mismo valor derivado en (a).

30.- Una cadena que consta de cinco eslabones, cada uno con una masa de 100 g, se levanta verticalmente con una aceleración constante de 2.50 m/s^2 , como se muestra en la figura. Halle (a) las fuerzas que actúa entre eslabones adyacentes, (b) la fuerza F ejercida en el eslabón superior por el agente que eleva la cadena, y (c) la fuerza neta en cada eslabón.

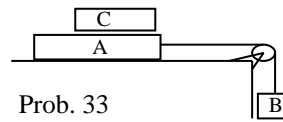
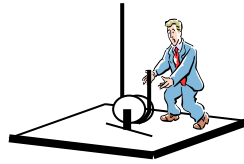
31.- Alguien ejerce una fuerza F directamente hacia arriba sobre el eje de la polea que se muestra en la figura. La polea y el cable carecen de masa y el buje carece de fricción. Dos objetos, m_1 de masa 1.2 kg y m_2 de 1.9 kg, están unidos como se muestra a los extremos opuestos del cable, el cual pasa sobre la polea. El objeto m_2 está en contacto con el piso. (a) ¿Cuál es el valor más grande que la fuerza F puede tener de modo que m_2 permanezca en reposo sobre el piso? (b) ¿Cuál es la tensión en el cable cuando la fuerza F hacia arriba sea de 110 N? (c) Con la tensión determinada en la parte (b), ¿cuál es la aceleración de m_1 ?

R. a) 37.24 N b) 55 N c) 36.03 m/s²

32 El hombre de la figura pesa 180 lb; la plataforma y la polea sin fricción unida a ella pesan un total de 43 lb. Desprecie el peso del cable. ¿Con qué fuerza debe el hombre jalar del cable con objeto de elevarse a sí mismo y a la plataforma a razón de 1.2 ft/s^2 ? **R. 231.3 lb**

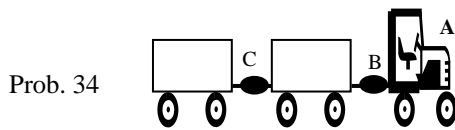


Prob. 32

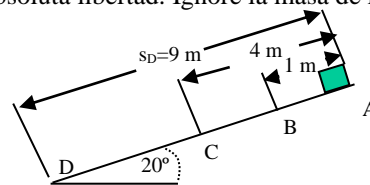


33.- En la figura, A es un bloque de 4.4 kg y B es un bloque de 2.6 kg. Los coeficientes de fricción estática y cinética entre A y la mesa son de 0.18 y 0.15. (a) Determine la masa mínima del bloque liso C que debe colocarse sobre A para evitar que A deslice. (b) Si C es levantado súbitamente, ¿cuál será la aceleración del bloque A?

34.- El camión de equipaje A tiene una masa de 800 kg y se le usa para jalar los carros de 300 kg cada uno. Si la fuerza de tracción F es de 480 N, determine la aceleración inicial del camión. ¿Cuál es la aceleración del tractor si de pronto falla la unión en C? Las ruedas de los carros ruedan con absoluta libertad. Ignore la masa de las ruedas.

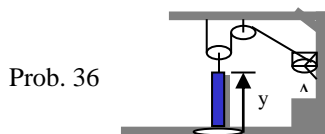


Prob. 35

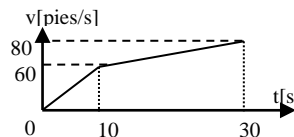


35.- Al utilizar un plano inclinado para el movimiento de un objeto que cae y por lo tanto poder realizar observaciones más precisas, Galileo pudo determinar de manera experimental que la distancia que recorre un objeto en caída libre es proporcional al cuadrado del tiempo necesario para realizar tal recorrido. Demuestre que si éste es el caso, es decir, $s \propto t^2$, al determinar los tiempos t_B , t_C y t_D necesarios para que un bloque de masa m partiendo del reposo en A se deslice hasta los puntos B, C y D, respectivamente. Ignore los efectos de la fricción.

36.- El ensamble de combustible de un reactor nuclear, con un peso de 500 kg, es levantado desde el reposo en el centro del reactor nuclear utilizando el sistema de poleas que se ilustra. Si la carga sostenida por el cable no puede exceder 8 kN, determine el menor tiempo posible necesario para elevar el conjunto a $y=2.5 \text{ m}$. Asimismo, ¿qué rapidez tiene cuando $y=2.5 \text{ m}$? Originalmente, el conjunto se encuentra en reposo cuando $y=0$.

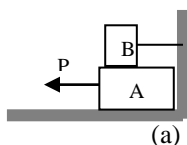


Prob. 37

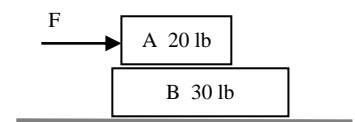
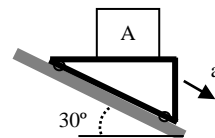
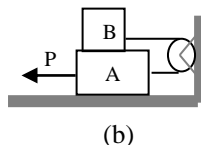


37.- Durante un periodo de 30 s se traza la gráfica de la rapidez de un automóvil deportivo, de 3500 lb. Determine la fuerza de tracción F que actúa sobre el auto para provocar el movimiento en $t=5 \text{ s}$ y $t=20 \text{ s}$.

38.- Los bloques A y B tienen la misma masa m. El coeficiente de fricción cinética en todas las superficies en contacto es μ . Si se aplica una fuerza horizontal P al bloque inferior, determine la aceleración de dicho bloque en ambos casos.

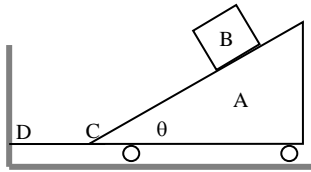


Prob. 38

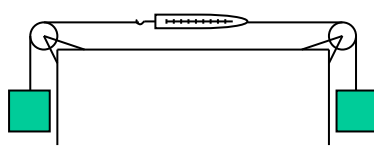


39.- Determine la fuerza normal que ejerce la caja A, de 10 kg, sobre el carro liso si éste recibe una aceleración de 2 m/s^2 hacia abajo por el plano inclinado. También, ¿cuál es la aceleración de la caja? **R. 88 N**

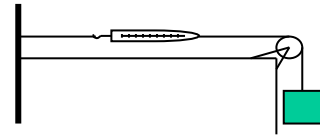
40.- El bloque B descansa sobre una superficie lisa. Si los coeficientes de fricción estática y cinética son 0.4 y 0.3, respectivamente, determine la aceleración de cada bloque si alguien empuja el bloque A en forma horizontal con una fuerza de (a) 6 lb (b) 50 lb.



Prob. 41



Prob. 42 (a)

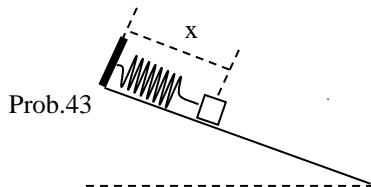


Prob. 42 (b)

41.- La caja B tiene una masa m y es liberada del reposo cuando se encuentra en la parte más elevada del carro A, que tiene una masa M . Determine la tensión necesaria en la cuerda CD para impedir que el carro se mueva cuando B se desliza hacia abajo. Ignore la fricción.

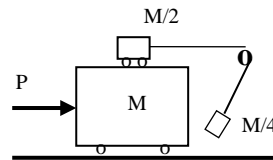
42.- (a) Dos pesas de 10 lb están a una báscula de resorte como se muestra en la figura. ¿Cuánto señala la báscula? (b) Una sola pesa de 10 lb está unida a una báscula de resorte la que a su vez está unida a una pared, como se muestra en la figura. ¿Cuánto señala la báscula? (Desprecie el peso de la báscula.)

43.- El sistema de la figura está inicialmente en reposo y con el resorte de constante k no deformado, cuando se libera el bloque de masa m comienza a bajar por el plano liso inclinado en 30° . Calcule para el bloque: a) su aceleración, b) su velocidad cuando ha bajado una distancia x sobre el plano inclinado y c) el valor de x cuando alcanza su máxima velocidad.



Prob.43

Prob.44

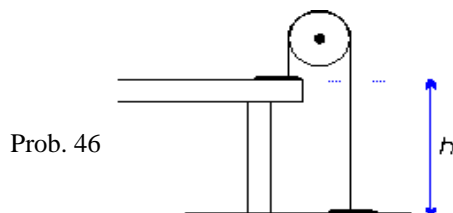


44.- Calcule el valor de la fuerza P para que la masa $M/2$ permanezca en reposo respecto a la masa M . **R. 9,90 N**

Problemas adicionales

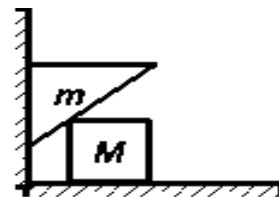
45.- Se dispara un proyectil de 10 kg en forma vertical hacia arriba desde el suelo, con una velocidad inicial de 50 m/s. Determine la altitud máxima a la que llegará (a) si no se toma en cuenta la resistencia atmosférica; y (b) si la resistencia atmosférica se mide como $F_D = 0.01 v^2$ N, donde v es la velocidad en cualquier instante, medida en m/s.

46. Un cable está colocado sobre un cilindro de tal forma que parte de éste se encuentra sobre una mesa y parte yace sobre el piso. Después de que el cable se suelta éste comienza a moverse sin fricción. Encontrar la velocidad del cable después de que se ha establecido un movimiento uniforme. La altura de la mesa es igual a h .



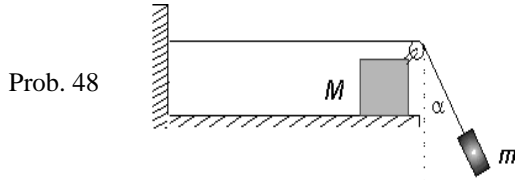
Prob. 46

Prob. 47

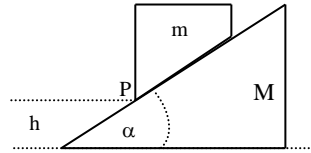


47. Una cuña de masa m se encuentra apoyada sobre un bloque de masa M y una pared inmóvil como se indica en la figura. Hallar la aceleración de cada uno de los bloques. Se desprecia el rozamiento.

48. En el sistema de la figura, el bloque de masa M puede desplazarse sin rozamiento. En el momento inicial el cuerpo de masa m suspendido del hilo se separa de la vertical un ángulo α y se libera. ¿Cuál es la masa de este cuerpo, si el ángulo α que forma el hilo con la vertical no cambia al moverse el sistema?



Prob. 49



49. Un bloque de masa m está colocado sobre una cuña de masa M que, a su vez, se apoya sobre una mesa horizontal como se muestra en la figura. Todas las superficies son lisas y sin fricción. Si el sistema parte del reposo estando el punto de partida del bloque a una altura h por encima de la mesa, hallar la velocidad de la cuña en el instante en que el punto P llega a la mesa.

$$\text{R. } v = \left\{ \frac{2m^2 g h \cos^2 \alpha}{(M+m)(M+m \sin^2 \alpha)} \right\}^{1/2}$$

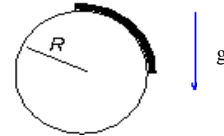
50.- La posición de una partícula de 2.17 kg de masa que viaja en línea recta está dada por

$$x = 0.179 t^4 - 2.08 t^2 + 17.1$$

donde x está en metros y t está en segundos. Halle (a) la velocidad, (b) la aceleración, y (c) la fuerza sobre la partícula en el tiempo $t = 7.18$ s.

$$\text{R. } 235 \text{ m/s, } 107 \text{ m/s}^2, 232 \text{ N}$$

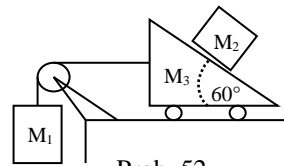
51.- Una cuerda de longitud $L = \pi R/2$ se encuentra colocada sobre la superficie de un cilindro fijo de radio R , con uno de sus extremos situado en la parte superior de éste como se muestra en la figura. Hallar la aceleración de la cuerda tan pronto como esta se suelta. Despreciar el rozamiento



Prob. 51

52.- Para el sistema de la figura calcule el valor mínimo de la masa m_1 de modo que le permita a la masa m_2 caer verticalmente. Desprecie todo tipo de fricción. Tome $m_3 = 6$ kg y $\theta = 60^\circ$.

$$\text{R. } 8.2 \text{ kg}$$



Prob. 52

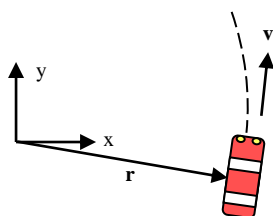
53.- En el problema anterior, determine para qué rango de valores del ángulo θ el problema tiene solución.

E-2. DINÁMICA DE LOS MOVIMIENTOS CURVILÍNEOS

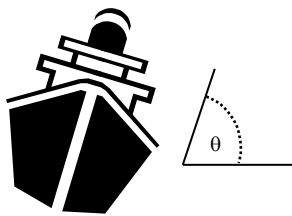
1.- En el modelo de Bohr del átomo de hidrógeno, el electrón gira en una órbita circular alrededor del núcleo. Si el radio es 5.3×10^{-11} m y el electrón da 6.6×10^{15} rev/s, halle (a) la velocidad del electrón, (b) la aceleración del electrón, y (c) la fuerza que actúa sobre el electrón. (Esta fuerza es el resultado de la atracción entre el núcleo, cargado positivamente, y el electrón, cargado negativamente.)

2.- Cierta cuerda puede soportar una tensión máxima de 9.2 lb sin romperse. Un niño ata una piedra de 0.82 lb a un extremo y, manteniendo el otro extremo, hace girar a la piedra en un círculo vertical de 2.9 ft de radio, aumentando lentamente la velocidad hasta que la cuerda se rompe. (a) ¿En qué lugar de su trayectoria está la piedra cuando se rompe la cuerda? (b) ¿Cuál es la velocidad de la piedra al romperse la cuerda? **R. 30.89 pies/s**

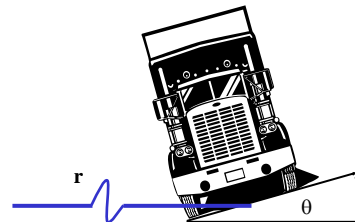
3.- El segmento de autopista mostrado es horizontal y tiene un radio de curvatura de 150 pies. Un automóvil de 2000 lb se mueve a una velocidad constante de 40 mph sobre este tramo. Calcule la fuerza centrípeta sobre el automóvil y el coeficiente de fricción necesario para mantener el automóvil en esta trayectoria circular.



Prob. 3



Prob. 4

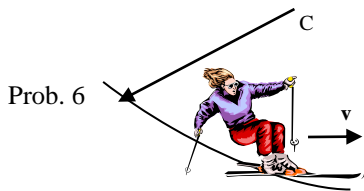


Prob. 5

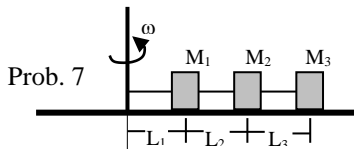
4.- Una lancha se mueve a una velocidad de 40 mph en una trayectoria circular de 50 pies de radio. Calcule el ángulo requerido θ de la lancha con respecto a la horizontal si los pasajeros no deben deslizarse sobre los asientos, donde el coeficiente de fricción estática es 0.3. **R. 25°**

5.- Un camión se mueve sobre una autopista de radio $r = 100$ m con un ángulo de peralte $\theta = 10^\circ$. Calcule la máxima velocidad v del camión si este no debe deslizarse sobre el pavimento, donde el coeficiente de fricción estática es 0.4. **R. 24.7 m/s**

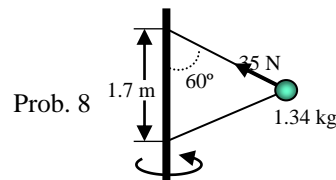
6.- Una pista para competencias de esquí sobre nieve tiene un tramo circular de radio $r = 40$ m en el punto A, donde los competidores llevan una velocidad horizontal $v = 20$ m/s. La velocidad de un competidor de 70 Kg en el punto A está disminuyendo a razón de 1.3 m/s² debido a la resistencia del aire. Calcule el vector de la fuerza resultante que actúa sobre el competidor justo antes de saltar de la pista en el punto A. **R. (91i+700j) N**



Prob. 6



Prob. 7



Prob. 8

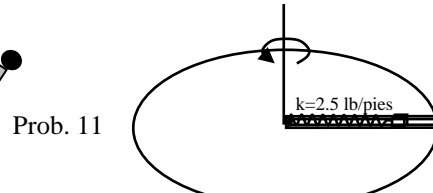
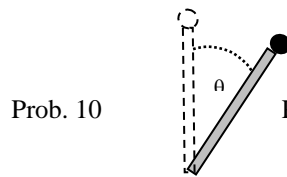
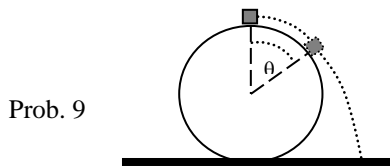
7.- En un hilo no elástico ni flexible, cuyo peso es despreciable, se sujetan masas tal como se muestra en la figura. Todo el sistema gira con una velocidad angular ω si el movimiento se realiza en un plano horizontal. Determine las tensiones en el hilo.

$$\text{R. } T_1 = \omega^2 [m_3(L_1 + L_2 + L_3) + m_2(L_1 + L_2) + m_1(L_1)], T_2 = \omega^2 [m_3(L_1 + L_2 + L_3) + m_2(L_1 + L_2)] \quad T_3 = \omega^2 [m_3(L_1 + L_2 + L_3)]$$

8.- Una bola de 1.34 kg está unida a una varilla vertical rígida por medio de dos cuerdas sin masas, cada una de 1.70 m de longitud. Los cuerdos están unidos a la varilla con una separación entre sí de 1.7 m (aparte). El sistema está girando con respecto al eje de la varilla, quedando ambos cuerdos tirantes y formando un triángulo equilátero con la varilla, como se muestra en la figura. La tensión en el cordón superior es de 35.0 N. (a) Halle la tensión en

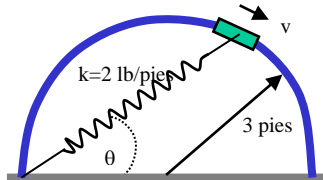
el cordón inferior. (b) Calcule la fuerza neta sobre la bola en el instante mostrado en la figura. (c) ¿Cuál es la velocidad de la bola?

9.- Una partícula de masa m descansa en la parte superior de una esfera lisa de radio R . si se deja deslizar desde el reposo, para que valor del ángulo θ se desprende de la esfera. **R.48.18°**

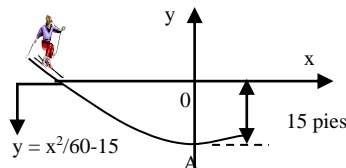


10.- Una esferita de masa m unida al extremo libre de un barra de masa despreciable y de longitud r que puede girar libremente en torno a un eje horizontal que pasa por el otro extremo, como se muestra en la figura. Determinar el ángulo ϕ , para el cual la fuerza actuante sobre la barra pasa de compresión a tracción. **R.48.18°**

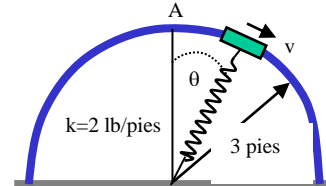
11.- El bloque tiene un peso de 2 lb y presenta libertad para moverse sobre la ranura lisa del disco giratorio. El resorte tiene una rigidez de 2.5 lb/pies y su longitud no estirada es 1.25 pies. Determine la fuerza del resorte sobre el bloque y la componente tangencial de la fuerza que ejerce la ranura sobre los lados del bloque, cuando éste se encuentra en reposo con respecto del disco y éste se desplaza con una rapidez constante de 12 pies/s. **R. 3.42 lb, 0**



Prob. 12 y 13



Prob. 14



Prob. 15

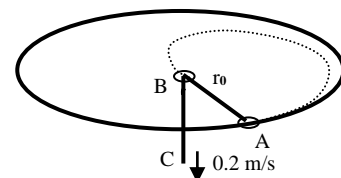
12.- El collarín tiene un peso de 5 lb y el resorte anexo posee una longitud, cuando no está estirado, de 3 pies. En el instante $\theta=30^\circ$, el collarín tiene una rapidez $v=4$ pies/s, determine la fuerza normal sobre el collarín y la magnitud de la aceleración del mismo. Ignore la fricción. **R.7.29 lb, 5.69 pies/s²**

13.- El collarín tiene un peso de 5 lb y el resorte anexo posee una longitud, cuando no está estirado, de 3 pies. Si el collarín se encuentra en una posición sobre la barra de tal forma que $\theta=30^\circ$ y se le suelta partir del reposo, determine la aceleración inicial del collarín y la fuerza normal sobre el mismo. Ignore la fricción. **R.1.96 pies/s², 8.13 lb**

14.- La esquiadora de la figura desciende por una pendiente lisa, muy próxima a una parábola. Si ella tiene un peso de 120 lb, determine la fuerza normal que ejerce sobre el suelo en el instante en que llega al punto A, donde su velocidad es de 30 pies/s. Asimismo, calcule la aceleración en A. **R.232 lb, 30 pies/s²**

15.- El bloque de 2 lb se suelta desde el reposo en A y se desliza sobre una superficie cilíndrica lisa. Si el resorte tiene una rigidez $k=2$ lb/pies, determine la longitud no estirada de tal manera que el bloque se desprege de la superficie hasta $\theta=60^\circ$ **R. 2.5 pies**

16.- La bola tiene una masa de 2 kg y un tamaño despreciable. Originalmente, se desplaza en torno de una trayectoria circular horizontal de radio $r_0=0.5$ m tal que la rapidez angular de rotación es de 1 rad/s. Si la cuerda ABC es recogida a través del agujero con una rapidez constante de 0.2 m/s, determine la fuerza que ejerce la cuerda sobre la bola en el instante $r=0.25$ m. También, calcule al velocidad angular de la bola en este instante. Ignore los efectos de la fricción entre la bola y el plano horizontal. **R.4.00 rad/s, 8 N**

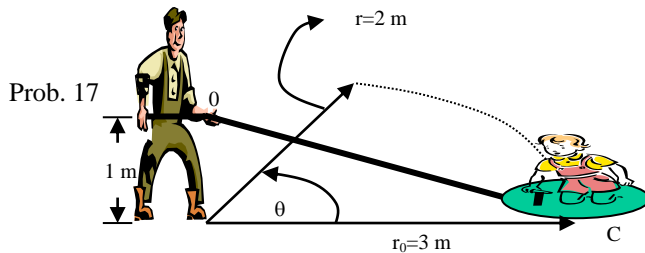


Prob.16

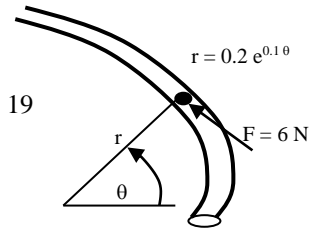
Problemas especiales

17.- Un muchacho que se encuentra de pie en tierra firme hace girar a la niña sentada en el trineo o plato redondo con una trayectoria circular de radio $r_0=3$ m, de tal forma que la velocidad angular de rotación de la niña es 0.1 rad/s. Si el cable que los une, OC, se recoge hacia adentro con una velocidad constante de 0.5 m/s, determine la tensión que ejerce sobre el trineo en el instante $r=2$ m. La masa total del trineo y la niña es de 50 kg. Ignore el tamaño de éstos y los efectos de la fricción entre el trineo y el hielo.

R. 5.66 N



Prob. 18 y 19



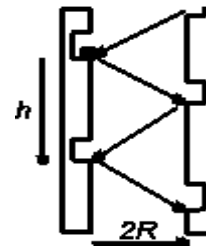
18.- Utilizando la presión del aire, se fuerza a la bola de 0.5 kg a atravesar el tubo que se encuentra en el plano horizontal, que tiene la forma de una espiral logarítmica. Si la fuerza tangencial, debida al aire que ejerce sobre la bola es de 6 N, determine el ritmo del incremento de la rapidez de la bola en el instante $\theta=\pi/2$. ¿En qué dirección actúa, medida a partir de la horizontal?

R. 12 m/s², 5.71°

19.- Resuelva el problema 18 si el tubo se encuentra en un plano vertical.

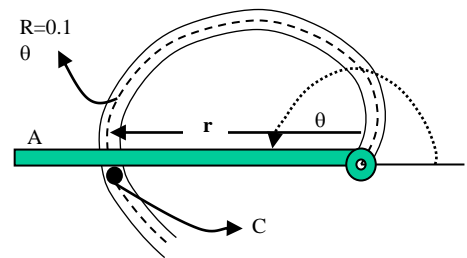
R. 11 m/s, 5.71°

20. Por una trayectoria en forma de rosca y de sección transversal rectangular hecha en la superficie interna de un cilindro hueco e infinito resbala un cubito. El radio interno de la base del cilindro es R . El paso de rosca es h . El coeficiente de rozamiento es μ . Hallar la velocidad máxima (velocidad límite) alcanzada por el cubito. Las dimensiones del cubito y del perfil de la rosca son mucho menores que R .



21.- Una lata C, que tiene una masa de 0.5 kg, se mueve sobre un canal horizontal ranurado (ver figura). La ranura tiene la forma de una espiral, que se define mediante la ecuación $r=0.1\theta$ m. Si el brazo OA gira con una rapidez constante de 4 rad/s en el plano horizontal, determine la fuerza que ejerce sobre la lata en el instante $\theta=\pi$ rad. Desprecie la fricción y el tamaño de la lata.

R. 0.797 N, -2.64 N



F. ENERGÍA

1.- A un bloque de 20 kg que se encuentra sobre un plano horizontal liso en el punto $x_0 = 1$ m y $y_0 = 0$ se le aplica una fuerza que depende de la posición según la ecuación $\mathbf{P} = 10(x^2) \mathbf{i}$ N. Para un desplazamiento de 10 m calcule el trabajo realizado por: a) \mathbf{P} . b) la fuerza de fricción, $\mu_c = 0,3$ c) el trabajo total realizado

R. a) 4433,3 J ; b) -588 J ; c) 3845,3 J

2.- A un bloque de 10 kg que se encuentra sobre un plano horizontal inicialmente en el punto $x_0 = 1$ m y $y_0 = 1$ m se le aplica una fuerza que depende de la posición según la ecuación $\mathbf{P} = (2xy \mathbf{i} + x \mathbf{j})$ N, calcule el trabajo realizado por \mathbf{P} par un desplazamiento de 10 i m.

R. 120 J

3.- Verifique si la fuerza dada en el problema anterior es conservativa.

R. No

4.- Se tiene una fuerza $\mathbf{F} = (2y^2x \mathbf{i} + 2x^2y \mathbf{j})$ N, verifique si la fuerza es o no conservativa.

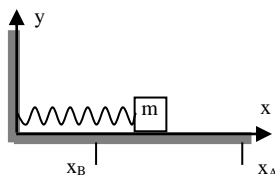
R. Si

5.- Calcular el trabajo realizado por la fuerza $\mathbf{F} = (x + y^2) \mathbf{i}$ N, cuando mueve un objeto en línea recta desde el punto (1,2) m hasta el punto (6,2) m.

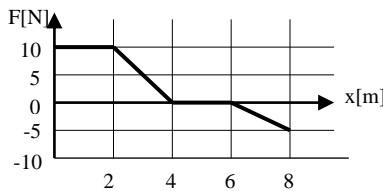
R. 46,5 J

6.- Un bloque pegado a un resorte de constante $k=50$ N/m se mueve desde un estiramiento de $x_A = 30$ cm hasta un estiramiento $x_B = 5$ cm, como indica el diagrama. a) Calcule el trabajo total hecho por las fuerzas que actúan sobre el bloque. Si el bloque parte del reposo en x_A b) ¿cuál fue su velocidad en x_B ? La masa del bloque es 0.5 kg y $\mu=0.20$.

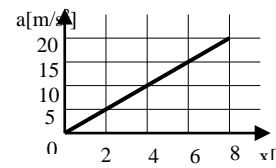
R. a) 1.943 J; b) 2.787 m/s



Prob. 6



Prob. 7



Prob. 8

7.- Un bloque de 5.0 kg se mueve en línea recta sobre una superficie horizontal sin fricción bajo la influencia de una fuerza que varía con la posición, como se muestra en la figura. ¿Cuánto trabajo efectúa la fuerza cuando el bloque se mueve desde el origen hasta $x=8.0$ m?

R. 25J

8.- Un bloque de 10 kg se mueve a lo largo del eje x. En la figura se muestra su aceleración en función de su posición. ¿Cuál es el trabajo neto realizado sobre el objeto al moverse desde $x=0$ hasta $x=8.0$ m?

R. 800 J

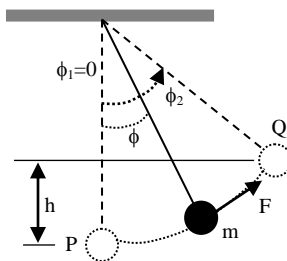
9.- Un péndulo con una masa m es levantado muy lentamente (con una aceleración aproximadamente nula) a través de la vertical a una altura h desde el punto de equilibrio P a un punto Q por la aplicación de una fuerza F que actúa siempre tangente al círculo que es trazado por el péndulo. Calcule el trabajo total realizado por la fuerza F .

R. mgh

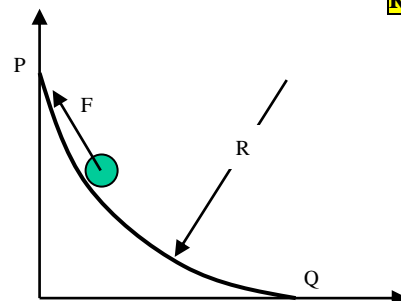
10.- Una partícula con una masa m se desliza a lo largo de una rampa circular sin rozamiento desde el punto P al punto Q. Durante el descenso, la partícula es retardada por una fuerza tangencial que permite que el movimiento sea un proceso lento. Calcule explícitamente el trabajo producido por esta fuerza. (La fuerza es siempre tangente a la trayectoria)

R. -mgR

Prob. 9

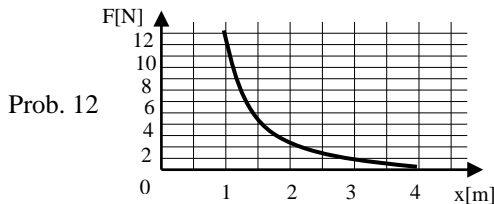


Prob. 10

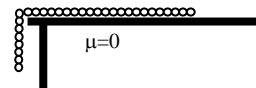


11.- Un bloque de hielo de 47.2 kg se desliza hacia abajo por un plano inclinado de 1.62 m de longitud y 0.902 m de altura. Un obrero lo empuja paralelo al plano inclinado de modo que se deslice hacia abajo a velocidad constante. El coeficiente de fricción cinético entre el hielo y el plano inclinado es de 0.110. Halle (a) la fuerza ejercida por el obrero, (b) el trabajo efectuado por el obrero sobre el bloque de hielo, y (c) el trabajo efectuado por la gravedad sobre el hielo.

12.- (a) Calcule el trabajo efectuado por la fuerza que se muestra en la gráfica al desplazar una partícula desde $x=1$ m hasta $x=3$ m. Perfeccione el método para ver qué tan cerca puede llegar de la respuesta exacta de 6 J. (b) La curva está dada analíticamente por $F=A/x^2$, donde $A=9 \text{ Nm}^2$. Demuestre cómo calcular el trabajo según las reglas de la integración.



Prob. 13



13.- Se sujeta una cadena sobre una mesa sin fricción desde la que se cuelga un cuarto de su longitud como se muestra en la figura. Si la cadena tiene una longitud L y una masa m , ¿cuánto trabajo se requiere para jalar la parte que cuelga hasta que quede totalmente sobre la mesa? **R. $(1/32) mgL$**

14.- Un objeto de masa m acelera uniformemente desde el reposo hasta una velocidad v_f en el tiempo t_f .

(a) Demuestre que el trabajo efectuado sobre el objeto como una función del tiempo t , en términos de v_f y de t_f es $W=(1/2)m(v_f^2/t_f^2)t^2$.

(b) Como una función del tiempo t , ¿cuál es la potencia instantánea dada al objeto? **R. b) $mt(v_f/t_f)^2$**

15.- Un automóvil de 1000 Kg se está moviéndose con una velocidad $v_o = 100 \text{ Km/h}$ cuando sus frenos son aplicados. a) Usando métodos de energía calcule la distancia de frenado hasta el reposo si $\mu = 0.5$. b) ¿Cuál fue la potencia media desarrollada? **R. 78.74 m, 6.8 kW**

16.- Una mujer de 57 kg asciende por un tramo de escalones que tiene una pendiente de 4,5 m. en 3.5 s. ¿Qué potencia promedio deberá emplear? **R. 718,2 w**

17.- Un fabricante de autos reporta que la potencia máxima desarrollada por el motor de un automóvil de 1230 kg de masa es de 92.4 kW. Halle el tiempo mínimo en el cual el automóvil podría acelerar desde el reposo hasta 29.1 m/s. Se encontró en una prueba que el tiempo para hacerlo fue de 12.3 s. Explique la diferencia en estos tiempos.

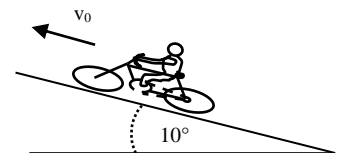
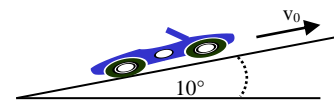
R. a) 5,6 s ; b) Por efecto de la resistencia del aire y la fricción

18.- ¿Cuánta potencia, en hp, debe ser desarrollada por el motor de un automóvil de 1600 kg que avanza a 26 m/s en una carretera llana si las fuerzas de resistencia totalizan 720 N? **R. 25,09hp**

19.- El motor de una bomba de agua está especificado a 6.6 hp. ¿Desde qué profundidad puede ser bombeada el agua del pozo a razón de 220 gal/min? **R. 36,2 m**

20.- En un plano inclinado de 10° a) calcule la distancia de frenado hasta el reposo de un automóvil de 3.000 lb moviéndose hacia arriba por el plano inclinado siendo el coeficiente de fricción cinética 0,5. La velocidad inicial es $v_o = 50 \text{ mph}$ cuando se aplican los frenos inmovilizando las ruedas

b) Resuelva el problema si el auto está de bajada. **R. a) 125.32 m y b) 261.48 m**



21.- En una competencia de ciclismo, un competidor y su bicicleta tienen una masa total de 100 Kg. El ciclista puede desarrollar una potencia de 0,2 hp (149.14 w) de manera continua. Calcule la velocidad del ciclista subiendo un plano inclinado en 10° . Desprecie las pérdidas por fricción. **R. 0,876 m/s**

22.- Demuestre que la velocidad v alcanzada por un automóvil de masa m que es impulsado con una potencia constante P está dada por $v=(3xP/m)^{1/3}$, donde x es la diferencia recorrida desde el reposo.

23.- Un automóvil de 1500 kg sube por un plano inclinado en 30° con una velocidad máxima de 20 m/s. Calcule la distancia que debe recorrer dicho automóvil en un plano horizontal para alcanzar la velocidad de 20 m/s desarrollando su máxima potencia

24.- A un bloque de 30 Kg que se encuentra en reposo sobre un plano horizontal, se le aplica una fuerza de 300 N inclinada en 30° para un desplazamiento de 8 m y un coeficiente de fricción de 0,2. Calcule a) el trabajo realizado por cada una de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo b) el trabajo total realizado sobre el cuerpo.

25.- Un bloque de 20 kg es empujado, hacia arriba por una fuerza horizontal de 300 N, a lo largo de un plano inclinado en 30° respecto a la horizontal, el coeficiente de fricción entre el bloque y el plano es $\mu = 0,2$. Para un desplazamiento de 10 m a lo largo del plano inclinado a) Calcule el trabajo realizado por cada una de las fuerzas que actúan sobre el bloque b) Calcule el trabajo total c) Compare el trabajo realizado por la fuerza gravitacional con el cambio de la energía potencial, d) Compare el trabajo total realizado con el cambio de la energía cinética, e) Haga un análisis de la distribución de la energía transmitida por la fuerza F .

26.- ¿Por qué puede usted con mucha más facilidad ir en bicicleta dos kilómetros en terreno plano que correr esa misma distancia? En cada caso, usted transporta su propio peso dos kilómetros y, en el primer caso, usted debe también de transportar la bicicleta y, además, hacerlo ¡en mucho menos tiempo!

27.- Un electrón se mueve a una velocidad tal que podría rodear a la Tierra en el ecuador en 1.0 s. (a) ¿Cuál es su velocidad en función de la velocidad de la luz? (b) ¿Cuál es su energía cinética en electrón-volts? (c) ¿Qué porcentaje de error se tendría al usar ecuación clásica para calcular la energía cinética?

R. a)0.13c, b)4.6 keV y c) bajo por 1.3%

28.- Una partícula de masa m en reposo se deja caer libremente desde una altura $h = 20$ m calcule la velocidad v_f de la partícula justo antes del impacto en el suelo.

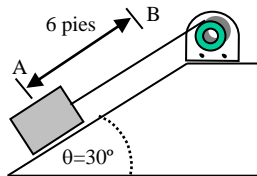
R. 19.8 J

29.- Una partícula de 0,5 Kg es lanzada con una velocidad inicial $v_o = (20\mathbf{i} + 15\mathbf{j})$ m/s desde una altura $h = 40$ m, use métodos de energía para calcular la velocidad final v_f justo antes del impacto con el suelo.

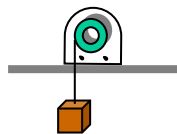
30.- Un malacate está arrastrando un contenedor de 100 lb hacia arriba de un plano inclinado en $\theta=30^\circ$ donde el coeficiente de fricción cinética es 0,4. El contenedor inicia su movimiento desde el reposo en el punto A y tiene una velocidad de 5 pies/s en el punto B. Calcule la máxima potencia requerida del malacate suponiendo una tensión constante.

31.- Un motor eléctrico con una eficiencia del 60 % que requiere una energía suministrada de 1 K W esta subiendo un caja de 100 Kg a velocidad constante. Calcule el valor v de la velocidad de la caja moviéndose hacia arriba.

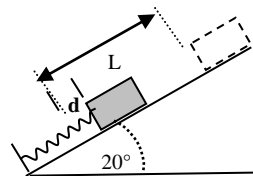
R. 0.612 m/s



Prob. 30



Prob. 31



Prob. 32

32.- Un resorte de constante elástica $k = 2$ kN /m se encuentra comprimido una distancia $d = 50$ mm por medio de un mecanismo. Cuando el mecanismo se libera, el resorte impulsa un bloque de 1kg sobre un plano inclinado en 20° . a) Calcule la máxima distancia L recorrida por el bloque si $\mu = 0$, el bloque y el resorte no están unidos.

b) Cual sería valor de L si el bloque es impulsado hacia abajo y unido al resorte.

R. 0.746m

33.- Repita el problema anterior si el coeficiente de fricción cinética es 0,4.

34.- Un electrón de conducción en cobre a una temperatura cercana al cero absoluto tiene una energía cinética de 4.2 eV. ¿Cuál es la velocidad del electrón? ($1\text{eV}=1.6\cdot 10^{-19}\text{J}$). **R. 1200 km/s**

35.- Un hombre que corre tiene la mitad de la energía cinética de un niño de la mitad de la masa que él posee. El hombre aumenta su velocidad a razón de 1.00 m/s y luego tiene la misma energía cinética que el niño. ¿Cuáles eran las velocidades originales del hombre y del niño? **R. 2.41 m/s y 4.82 m/s**

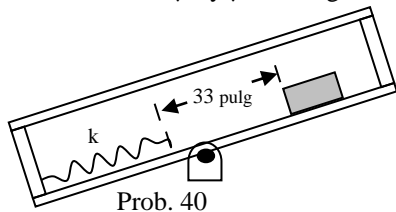
36.- Un camión que ha perdido los frenos desciende por una pendiente a 80 mi/h. Por fortuna, existe una rampa de escape de emergencia al pie de la colina. La inclinación de la rampa es de 15° . ¿Cuál deberá ser la longitud L que recorre en el plano inclinado para que el camión llegue al reposo, al menos momentáneamente? **R. 830 pies**

37.- Por las cataratas del Niágara caen aproximadamente cada minuto $3.3\cdot 10^5\text{ m}^3$ de agua por minuto, desde una altura de 50 m. (a) ¿Cuál sería la salida de potencia de una planta generadora de electricidad que pudiera convertir el 48 % de la energía potencial del agua en energía eléctrica? (b) Si la compañía de luz vendiera esta energía a una tasa industrial de 1.2 cent/kW.h, ¿cuál sería su ingreso anual por esta fuente? Un metro cúbico (1m^3) de agua tiene una masa de 1000 kg. **R. 1294MW y 136 M pesos**

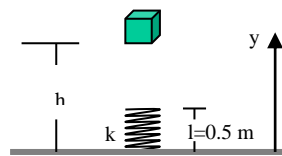
37.- Una piedra de peso w es arrojada verticalmente hacia arriba en el aire a una velocidad inicial v_0 . Supóngase que la fuerza de arrastre f disipa una cantidad f_y de energía mecánica cuando la piedra recorre una distancia y . (a) Demuestre que la altura máxima alcanzada por la piedra es $h=v_0^2/[2g(1+f/w)]$. (b) Demuestre que la velocidad de la piedra al momento del impacto con el suelo es $v=v_0[(w-f)/(w+f)]^{1/2}$.

39.- El teorema trabajo-energía tiene validez para las partículas a cualquier velocidad . ¿Cuánto trabajo debe efectuarse para aumentar la velocidad de un electrón desde el reposo (a) hasta $0.50c$, (b) hasta $0.99c$, y (c) hasta $0.999c$? **R. a) 79.1 keV, b) 3.11 MeV y c) 10.9 MeV**

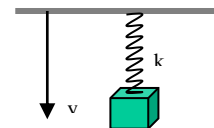
40.- El dispositivo mostrado en la figura se utiliza para medir coeficientes de fricción. En este, el contenedor gira lentamente en el sentido contrario a las manecillas del reloj hasta que un bloque de 4 lb empieza a deslizarse cuando $\theta = 10^\circ$. Calcule el μ_s y μ_c si la rigidez del resorte es $k = 5\text{ lb/pulg}$ y su deformación máxima es 1,5 pulgadas. **R. 0.18 y 0.13**



Prob. 40



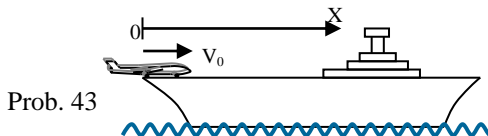
Prob. 41



Prob. 42

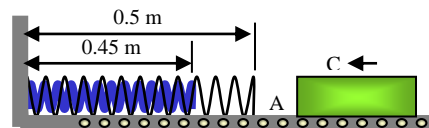
41.- Un bloque de 5 Kg se deja caer desde una altura $h= 10\text{ m}$ sobre un resorte de longitud 0,5 m. Calcule la constante elástica si el resorte debe ser comprimido hasta $y = 0,2\text{ m}$.

42.- Un bloque de 5 kg se une a un resorte de rigidez $k = 800\text{ N/m}$ que tiene una longitud de 0,3 m en su configuración no deformada. El bloque se libera desde el reposo en a) $y_1 = 0.3\text{ m}$ y b) en $y_2 = 0,25\text{ m}$. Calcule la máxima deformación del resorte en cada caso. **R. a) 122.5 mm y b) 172.5 mm**



Prob. 43

Prob. 44 y 45



43.- Un avión de 10.000 Kg aterriza en $x = 0$ donde su velocidad horizontal es $v_0 = 60\text{ m/s}$. La magnitud total de la fuerza que frena el avión es constante $P = 120\text{ kN}$ (esta es la suma de la fuerza de frenado en las ruedas, el empuje invertido de los motores y la fuerza del cable de retención del barco). En $x=50\text{ m}$ el cable de retención se rompe y la magnitud de la fuerza de frenado cambia a un valor constante $P_1=50\text{ KN}$. Calcule la distancia total de frenado. Y la potencia media desarrollada durante el frenado.

44.- Un bloque de 20 Kg esta en reposo sobre una superficie rugosa donde el coeficiente de fricción cinética es 0,3, si el bloque esta comprimiendo un resorte, de rigidez $k = 400 \text{ N/m}$, una longitud $x = 0.2 \text{ m}$ a) ¿Cuanto calor se genera hasta el momento en que su velocidad es máxima y cual es el valor de dicha velocidad?

R. 3.12 J y 0.925 m/s

45.- La barra de acero, con una masa de 1800 kg, se desplazaba por una banda transportadora con una rapidez de 0.5 m/s cuando chocó con el par de resortes anillados. Determine la deflexión máxima necesaria en cada resorte para detener el movimiento de la barra. Tome $k_A = 5 \text{ kN/m}$, $k_B = 3 \text{ kN/m}$.

R. 0.255 m y 0.205 m

46.- La barra de acero, cuya masa es de 1800 kg, se desplazaba por una banda transportadora con una rapidez de 0.5 m/s cuando chocó con el par de resortes anillados. Si la rigidez del resorte externo es $k_A = 5 \text{ kN/m}$, determine la rigidez del resorte interior requerida k_B para que se detenga cuando el frente, C, de la barra se encuentre a 0.3 m del muro.

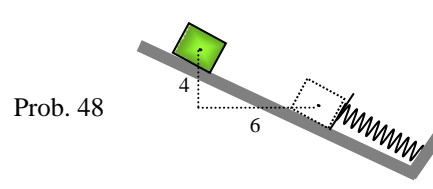
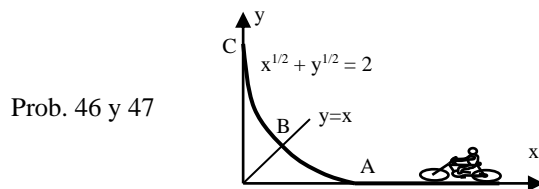
R. 11.1 kN/m

46.- El ciclista se dirige al punto A, pedaleando hasta que alcanza una rapidez $v_A = 8 \text{ m/s}$. Luego se mueve, con la sola inercia, hacia arriba por una superficie curva. Determine la fuerza normal que ejerce en la superficie cuando llega al punto B. La masa total de la bicicleta y del hombre es de 75 kg. Desprecie la fricción, la masa de las ruedas y el tamaño de la bicicleta.

R. 1.70 kN

47.- El ciclista se dirige al punto A, pedaleando hasta que alcanza una rapidez $v_A = 4 \text{ m/s}$. Luego se mueve, con la sola inercia, hacia arriba por una superficie curva. Determine la altura a la que llega antes de detenerse. También, calcule la fuerza normal resultante sobre la superficie y la aceleración en ese punto. La masa total de la bicicleta y del hombre es de 75 kg. Desprecie la fricción, la masa de las ruedas y el tamaño de la bicicleta.

R. 0.816 m, 568 N, 6.23 m/s

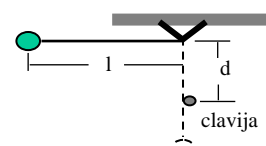
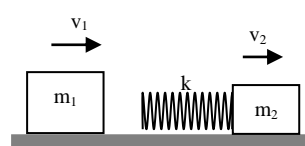
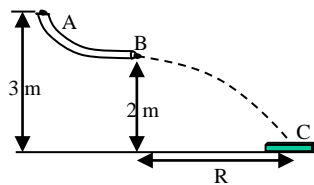


48.- El bloque mostrado en la figura parte del reposo. Determine a) La velocidad del bloque cuando toca al resorte. b) la máxima compresión del resorte. La masa del bloque es de 2 Kg, la constante elástica del resorte $k = 1200 \text{ N/m}$.

49.- Use el diagrama anterior tomando en cuenta ahora la fuerza de fricción para hallar una relación que nos determine el coeficiente de rozamiento en función de las alturas alcanzadas por el bloque y la inclinación del plano. ¿Se podrá hacer este experimento para cualquier inclinación del plano?

50.- Las canicas, que tienen una masa de 5 g, caen desde el reposo en A a través del tubo de vidrio y se acumulan en el bote en C. Determine la ubicación R del bote, con respecto del extremo del tubo, y la rapidez con que las canicas caen dentro de aquél. Desprecie el tamaño del bote.

R. 2.83 m y 7.67 m/s

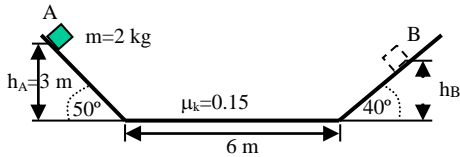


51.- Un bloque de masa $m_1 = 1.88 \text{ kg}$ se desliza a lo largo de una mesa sin fricción a una velocidad de 10.3 m/s. Directamente enfrente de él, y moviéndose en el mismo sentido, está un bloque de masa $m_2 = 4.92 \text{ kg}$ que se mueve a razón de 3.27 m/s. Un resorte carente de masa con una constante elástica de $k = 11.2 \text{ N/cm}$ está unido a la parte posterior de m_2 , como se muestra en la figura. Cuando los bloques chocan, ¿cuál es la máxima compresión del resorte?

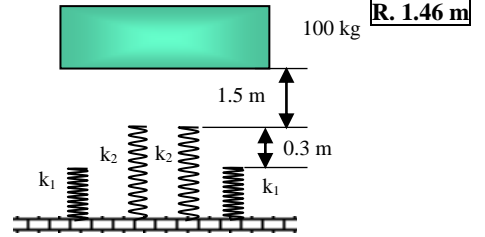
R. 35.9 cm

52. - El diagrama debajo muestra una pelota con una masa m atada a un cordón con una longitud l . La clavija esta localizada a una distancia d directamente debajo del punto de apoyo. Si la pelota gira completamente alrededor de la clavija y empieza de la posición mostrada, demuestre que d debe ser mayor que $3l/5$.

53.- ¿Si el bloque en el diagrama se suelta desde la posición A, a qué altura h_B en la posición B se detendrá momentáneamente antes de empezar a bajar?



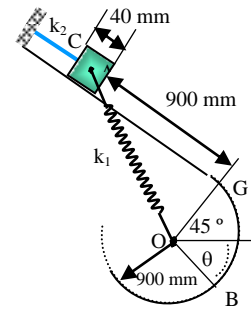
Prob. 53



Prob. 54

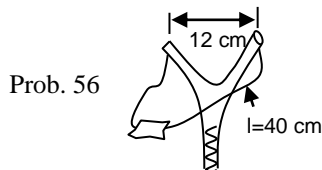
54.- Se deja caer un bloque de 100 kg sobre un sistema de resortes. Si $k_1=9$ kN/m y $k_2=3$ kN/m, ¿cuál es la máxima fuerza desarrollada sobre el cuerpo?

55.- Un bloque A de 0.2 kg de masa desliza sobre una superficie sin rozamiento tal como se muestra en la figura. La constante $k_1=25$ N/m y en la posición inicial que se muestra, está estirado 0.40 m. Un cordón elástico conecta el soporte superior con el punto C de A. Éste tiene una constante $k_2=10.26$ N/m. Además, el cordón se desconecta de C en el instante en que C alcanza el punto G situado al final del tramo rectilíneo del plano inclinado. Si A se suelta a partir del reposo en la posición indicada, ¿qué valor de θ corresponde a la posición final B donde el bloque pierde el contacto con la superficie? El cordón elástico (en la parte superior) no presenta ninguna deformación al inicio del movimiento



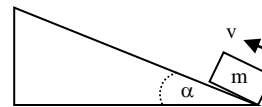
Prob. 55

56.- Una flecha tiene una forma de horquilla-Y con las puntas separadas a 12 cm. Las bandas elásticas tiene una longitud de 40 cm. Un estirón el cual hace que la longitud de la banda sea el doble requiere una fuerza de 50 N. ¿Cuál sería la velocidad que este estirón imparte a una roca de 100 g?



Prob. 56

Prob. 57



57. En el plano inclinado de la figura un bloque de masa M se dirige hacia arriba con una rapidez V , después de un cierto instante vuelve a pasar por su posición inicial con una rapidez $V/2$ hacia abajo. Determine el coeficiente de rozamiento entre el bloque y el plano inclinado.

G. SISTEMAS DE PARTÍCULAS

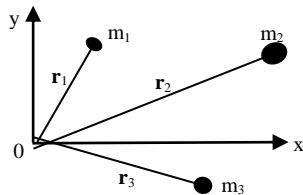
G-1. MOVIMIENTO DE UN SISTEMA DE PARTÍCULAS.

1.- Las masas y vectores de posición de tres partículas son : $m_1 = 1 \text{ kg}$, $\mathbf{r}_1 = (0.5 \mathbf{i} + 0.8 \mathbf{j}) \text{ m}$, $m_2 = 2 \text{ kg}$, $\mathbf{r}_2 = (0.9 \mathbf{i} - 0.4 \mathbf{j}) \text{ m}$, $m_3 = 1.5 \text{ kg}$, $\mathbf{r}_3 = (2 \mathbf{i} + 0.7 \mathbf{j}) \text{ m}$ y $\mathbf{v}_3 = 6 \mathbf{i} \text{ m/s}$. Calcule el vector de posición y la velocidad del centro de masa.

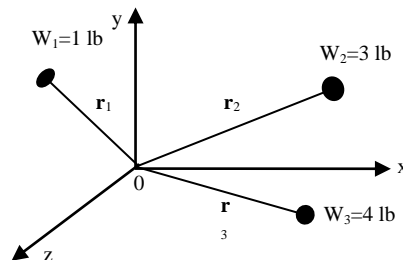
2.- Tres objetos de masas $m_1 = 4 \text{ kg}$ y $m_2 = 6 \text{ kg}$, y m_3 parten del origen desde el reposo. Sus aceleraciones son $\mathbf{a}_1 = 2\mathbf{i} + 2\mathbf{j}$ y $\mathbf{a}_2 = 2\mathbf{i} - 2\mathbf{j}$ Cual debe ser la aceleración de m_3 para que ella este siempre en el centro de masa de los tres objetos

3.- Los vectores de posición inicial de tres partículas son : $\mathbf{r}_1 = (2\mathbf{j} + 2\mathbf{k}) \text{ ft}$, $\mathbf{r}_2 = (3\mathbf{i} + 2.5\mathbf{j} + 2\mathbf{k}) \text{ ft}$, y $\mathbf{r}_3 = (4\mathbf{i} - 0.6\mathbf{j} - 2\mathbf{k}) \text{ ft}$. Las partículas 1 y 3 están en reposo y la partícula 2 tiene una aceleración $\mathbf{a}_2 = -8\mathbf{j} \text{ ft/s}^2$. Calcule a) para el instante inicial el vector de posición y la aceleración del centro de masa. b) para un instante t cualquiera el vector de posición y la aceleración del centro de masa.

R. $(3.13\mathbf{i} + 0.89\mathbf{j})$ pies y $-3\mathbf{j}$ pies/s²



Prob. 1



Prob. 3

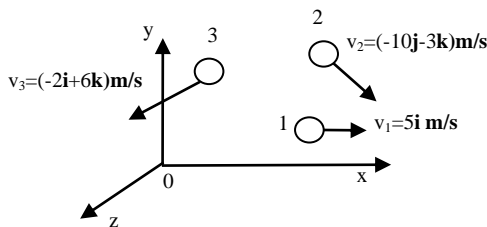
4.- Las tres partículas tienen masas idénticas $m = 2 \text{ kg}$. Calcule la velocidad del centro de masa .

5.- La velocidad de cada partícula en el problema 4 está aumentando a razón de 1 m/s^2 . Calcule la fuerza resultante que actúa sobre el sistema suponiendo movimiento rectilíneo.

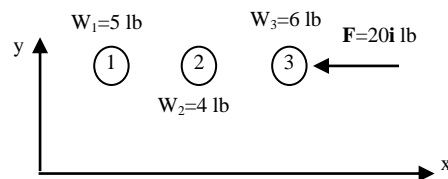
R. $(1.36\mathbf{i} - 1.92\mathbf{j} + 1.32\mathbf{k}) \text{ N}$

6.- Las tres partículas se dejan caer desde el reposo en un plano vertical. La fuerza \mathbf{F} actúa horizontalmente sobre la partícula 3. Calcule la aceleración del centro de masa del sistema.

R. $(-42.9\mathbf{i} - 32.2\mathbf{j})$ pies/s²



Prob. 4



Prob. 6

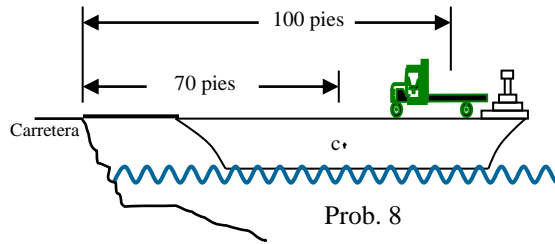
7.- Ricardo, que tiene una masa de 78.4 kg , y Judith, quien pesa menos, se divierten al anochecer en un lago dentro de una canoa de 31.6 kg . Cuando la canoa está en reposo en aguas tranquilas, intercambian asientos, los cuales se hallan separados a una distancia de 2.93 m y simétricamente situados con respecto al centro de la canoa. Ricardo observa que la canoa se movió 41.2 cm con relación a un tronco sumergido y calcula la masa de Judith. ¿Cuál es esta masa?

R. 55.2 kg

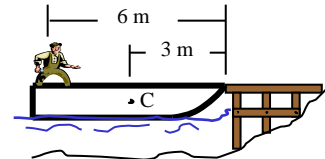
8.- Un camión de 10 ton inicia su movimiento desde la parte posterior de un barco transbordador de 200 ton . ¿Cuál será la distancia del barco a la carretera cuando, el camión se encuentre en el punto A si el barco inicialmente tocaba tierra pero no estaba amarrado ? C es el centro de masa del barco . Suponga que no hay fricción cuando el barco se mueve.

R. 75 pies

9.- Una persona de 70 kg guía una lancha de 120 kg para tocar suavemente el embarcadero. La persona está a 6 m del embarcadero cuando se pone de pie y se mueve hacia el frente de la lancha para desembarcar. ¿Que tan lejos estará la persona del embarcadero después de haberse movido hasta la parte delantera de la lancha? El centro de masa de la lancha está en C. Suponga que no existe fricción cuando la lancha se mueve.



Prob. 8

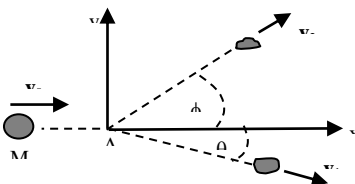


Prob. 9

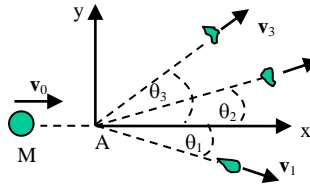
10.- Un proyectil de 10 kg se mueve a una velocidad $v_0 = 200$ m/s cuando se rompe en dos partes en el punto A. Calcule v_1 y v_2 si $m_1 = 2$ kg, $\theta = 35^\circ$ y $\phi = 30^\circ$. **R. 552 m/s y 158.2 m/s**

11.- Un meteorito (rastreado por radar) se mueve a una velocidad $v_0 = 400$ mph. En el punto A se rompe en dos partes. Calcule el peso W del meteorito si $\theta = 30^\circ$, $W_1 = 400$ lb, $v_2 = 5110$ mph, y $\phi = 40^\circ$. El peso W_1 es medido en la superficie de la Tierra después de que este fragmento se haya recuperado.

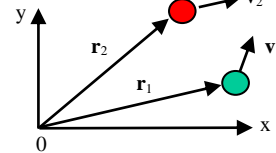
12.- Un cohete (rastreado con radar) se mueve a una velocidad $v_0 = 8000$ km/h. En el punto A se rompe en tres partes. Los fragmentos se mueven en el plano xy con $v_1 = 9000$ km/h, $\theta_1 = 45^\circ$, $v_2 = 10000$ km/h, $\theta_2 = 0^\circ$, $v_3 = 11000$ km/h y $\theta_3 = 45^\circ$. Se recupera m_1 y se conoce que es de 1600 kg. Calcule m_2 , m_3 y la masa total del cohete. **R. 4345 kg, 1436 kg y 1309 kg**



Prob. 10 y 11



Prob. 12 y 13



Prob. 14 y 15

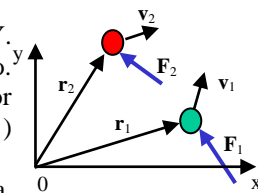
13.- Un cohete (rastreado con radar) se mueve a una velocidad $v_0 = 8000$ km/h. En el punto A se rompe en tres partes. Los fragmentos se mueven en el plano xy con $v_1 = 9000$ km/h, $\theta_1 = 40^\circ$, $v_2 = 10500$ km/h, $\theta_2 = 10^\circ$, $v_3 = 14000$ km/h y $\theta_3 = 45^\circ$. Se recupera m_1 y se conoce que es de 800 kg. Intente calcular las masas m_2 y m_3 y muestre que los datos medidos probablemente sean incorrectos.

14.- Dos partículas de masa $m_1 = 2$ kg y $m_2 = 5$ kg se mueven en un marco de referencia fijo XY. Calcule la cantidad de movimiento angular total alrededor del punto O y alrededor del centro de masa si: $\mathbf{r}_1 = (2\mathbf{i} + \mathbf{j})$ m, $\mathbf{v}_1 = (0.4\mathbf{i} + 6\mathbf{j})$ m/s, $\mathbf{r}_2 = (\mathbf{i} + 2.5\mathbf{j})$ m y $\mathbf{v}_2 = (4\mathbf{i} + 3\mathbf{j})$ m/s. **R. $-11.8\mathbf{k}$ kg·m²/s, $-3.46\mathbf{k}$ kg·m²/s**

15.- Dos partículas de peso $W_1 = 3$ lb y $W_2 = 4$ lb se mueven en un marco de referencia fijo XY. Calcule la cantidad de movimiento angular total alrededor del punto O y alrededor del centro de masa si: $\mathbf{r}_1 = (5\mathbf{i} + 2\mathbf{j})$ ft, $\mathbf{v}_1 = (30\mathbf{i} + 30\mathbf{j})$ ft/s, $\mathbf{r}_2 = (3\mathbf{i} + 6\mathbf{j})$ ft y $\mathbf{v}_2 = (-2\mathbf{i} + 10\mathbf{j})$ ft/s.

16.- Dos partículas de peso $W_1 = 2$ lb y $W_2 = 5$ lb se mueven en el plano vertical XY.
a) Calcule la cantidad de movimiento lineal total y su variación con respecto al tiempo.
b) Calcule la cantidad de movimiento angular total alrededor del punto O y alrededor del centro de masa y sus respectivas variaciones con respecto al tiempo. $\mathbf{r}_1 = (5\mathbf{i} + 8\mathbf{j})$ ft, $\mathbf{v}_1 = (20\mathbf{i} + 25\mathbf{j})$ ft/s, $\mathbf{F}_1 = (100\mathbf{i} - 150\mathbf{j})$ lb, $\mathbf{r}_2 = (-3\mathbf{i} + 7\mathbf{j})$ ft y $\mathbf{v}_2 = 0$ y $\mathbf{F}_2 = (-100\mathbf{i} + 50\mathbf{j})$ lb. Las partículas están en un lugar cercano a la superficie de la Tierra.

R.a) $(1.24\mathbf{i} + 1.55\mathbf{j})$ lb·s, $-7\mathbf{lg}$; b) $-2.18\mathbf{k}$ pies·lb·s, $1295\mathbf{k}$ pies·lb, $5.78\mathbf{k}$ pies·lb·s y $-1290\mathbf{k}$ pies·lb



Prob. 16 y 17

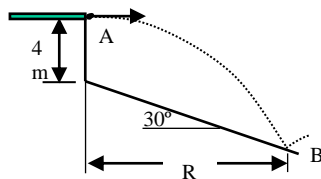
17.- Dos partículas de masa $m_1 = 3 \text{ kg}$ y $m_2 = 1 \text{ kg}$ se mueven en una referencia fija XY. a) Calcule la cantidad de movimiento lineal total y su variación con respecto al tiempo. b) Calcule la cantidad de movimiento angular total alrededor del punto O y alrededor del centro de masa y sus respectivas variaciones con respecto al tiempo.

$\mathbf{r}_1 = (2\mathbf{i} + 3\mathbf{j}) \text{ m}$, $\mathbf{v}_1 = (4\mathbf{i} + 5\mathbf{j}) \text{ m/s}$, $\mathbf{F}_1 = (-20\mathbf{i} + 30\mathbf{j}) \text{ N}$, $\mathbf{r}_2 = (\mathbf{i} + 10\mathbf{j}) \text{ m}$ y $\mathbf{v}_2 = (6\mathbf{i} + 2\mathbf{j}) \text{ m/s}$ y $\mathbf{F}_2 = (10\mathbf{i} + 25\mathbf{j}) \text{ N}$.

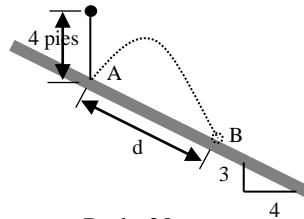
18.- Las masas posiciones y velocidades de tres partículas están dadas como : $m_1 = 80 \text{ kg}$, $m_2 = 70 \text{ kg}$ y $m_3 = 100 \text{ kg}$, $\mathbf{r}_1 = (4\mathbf{i} + 3\mathbf{j}) \text{ m}$, $\mathbf{r}_2 = (2\mathbf{i} + 1\mathbf{j} + 3\mathbf{k}) \text{ m}$, $\mathbf{r}_3 = (3\mathbf{j} + 5\mathbf{k}) \text{ m}$, $\mathbf{v}_1 = (2\mathbf{j} - 0.5\mathbf{k}) \text{ m/s}$, $\mathbf{v}_2 = (0.5\mathbf{i} + 2\mathbf{j} + \mathbf{k}) \text{ m/s}$ y $\mathbf{v}_3 = (5\mathbf{i} + \mathbf{j}) \text{ m/s}$. Calcule la cantidad de movimiento angular del sistema alrededor de su centro de masa y alrededor del punto O.
R. $(-2033\mathbf{i} + 1126\mathbf{j} - 46\mathbf{k}) \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$, $(-970\mathbf{i} + 2590\mathbf{j} - 615\mathbf{k}) \text{ kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$

G-2 CHOQUES E IMPULSO LINEAL.

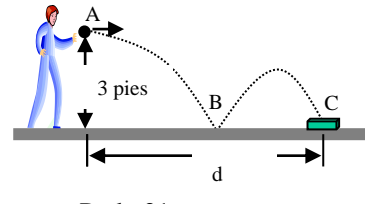
19.- El tubo A expulsa una bola de 0.5 kg con una velocidad horizontal de 2 m/s . Determine la distancia horizontal R a la que golpea el plano inclinado liso. Si el coeficiente de restitución es 0.6 , determine la rapidez con que rebota del plano.
R. 2.06 m y 8.21 m/s



Prob. 19



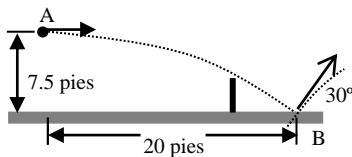
Prob. 20



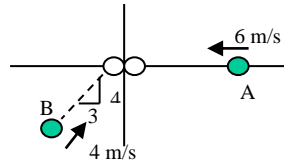
Prob. 21

20.- La bola se suelta desde el reposo y cae una distancia de 4 pies antes de golpear el plano inclinado liso en A. Si el coeficiente de restitución es 0.8 , determine la distancia d a la que golpea de nuevo el plano en B. **R. 13.8 pies**

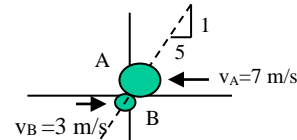
21.- Si la niña lanza la pelota con una velocidad horizontal de 8 pies/s , determine la distancia d de manera que la pelota rebote una vez en la superficie suave y después caiga en la taza en C. Tome $e=0.8$. **R. 8.98 pies**



Prob. 22



Prob. 23



Prob. 24

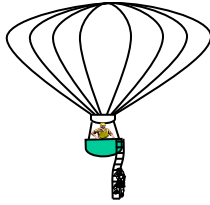
22.- Se golpea la pelota de tenis con una velocidad horizontal v_A , choca con el piso en B y rebota hacia arriba formando un ángulo de 30° . Determine la velocidad inicial v_A , la velocidad final v_B después del choque y el coeficiente de restitución entre la bola y el suelo.
R. 29.3 pies/s , 33.8 pies/s y 0.77

23.- Dos discos lisos A y B tienen cada uno una masa de 0.5 kg . Si ambos se desplazan con velocidades que se ilustran un instante antes de la colisión, determine las velocidades finales un instante después de la colisión. El coeficiente de restitución es 0.75 .
R. 1.35 m/s , 5.89 m/s y $\phi=32.9^\circ$

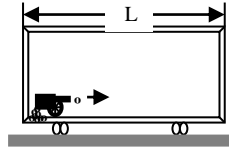
24.- Dos discos lisos A y B tienen las velocidades iniciales que se indican un instante antes de chocar en O. Si ambos tienen masas $m_A=10 \text{ kg}$ y $m_B=8 \text{ kg}$, determine sus velocidades justo después del impacto. El coeficiente de restitución es 0.4 .
R. 6.47 m/s y 3.32 m/s

25.- Dos patinadores, uno con 65 kg de masa y el otro con 42 kg de masa, están de pie en una pista de hielo sosteniendo una pértiga de 9.7 m de longitud y de masa despreciable. Comenzando desde los extremos de la pértiga, los patinadores se jalen a sí mismo a lo largo de la pértiga hasta que se encuentran. ¿Qué distancia recorrerá el patinador de 42 kg ?

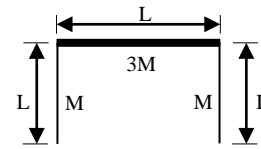
26.- Un hombre de masa m se halla agarrado a una escalera de cuerda suspendida de un globo de masa M . El globo se halla estático respecto al terreno. (a) Si el hombre comienza a trepar por la escalera a una velocidad v (respecto a la escalera), ¿en qué dirección y qué velocidad (respecto a la Tierra) se moverá el globo? (b) ¿Cuál es el estado de movimiento después de que el hombre deja de trepar? **R. a) Abajo, $mv/(m+M)$; b) Estacionario**



Prob. 26



Prob. 27



Prob. 28

27.- Un cañón y un aprovisionamiento de balas de cañón están dentro de un carro de ferrocarril sellado de longitud L , como se muestra en la figura. El cañón dispara hacia la derecha; el carro retrocede hacia la izquierda. Las balas de cañón permanecen en el carro después de chocar contra la pared más alejada. (a) Después de que hayan sido disparados todas las balas, ¿cuál es la distancia más grande a la que puede moverse el carro a partir de su posición original? (b) ¿Cuál es la velocidad del carro después de que todas las balas han sido disparadas?

R. a) L y b) cero

28.- Tres varillas delgadas, cada una de longitud L , están dispuestas en forma de U invertida, ver figura. Cada una de las dos varillas que están en los brazos de la U tienen una masa M ; la tercera varilla tiene una masa de $3M$. ¿Dónde está el centro de masa del conjunto? **R. A $L/5$ debajo de la varilla más masiva y sobre el eje de simetría**

29.- ¿A qué velocidad debe avanzar un Volkswagen de 816 kg (a) para tener el mismo ímpetu que un Cadillac de 2650 kg que va a 16.0 km/h y (b) para tener la misma energía cinética? (c) Haga los mismos cálculos acerca de un camión de 9080 kg en lugar del Cadillac.

30.- Una plataforma de ferrocarril de peso W puede rodar sin fricción a lo largo de un vía horizontal recta. Inicialmente un hombre de peso w está parado sobre la plataforma que avanza hacia la derecha a velocidad v_0 . ¿Cuál es el cambio en la velocidad de la plataforma si el hombre corre hacia la izquierda con una velocidad relativa a la plataforma v_{rel} en el momento antes de que salte hacia fuera en el extremo izquierdo? **R. $wv_{rel}/(w+W)$**

31.- La ametralladora especial de un guarda bosque dispara al minuto 220 balas de hule de 12.6 g a una velocidad de salida de 975 m/s. ¿Cuántas balas debe disparar contra un animal de 84.7 kg que carga hacia el guardabosque a 3.87 m/s con objeto de detener al animal en su marcha? (Suponga que las balas viajan horizontalmente y caen al suelo después de dar en el blanco.) **R. 27**

32.- Un núcleo radiactivo, inicialmente en reposo, se desintegra emitiendo un electrón y un neutrino en ángulos rectos entre sí. El ímpetu del electrón es $1.2 \cdot 10^{-22}$ kg·m/s y el del neutrino es de $6.4 \cdot 10^{-23}$ kg·m/s (a) Halle la dirección y la magnitud del ímpetu de núcleo al recular. (b) La masa del núcleo residual es de $5.8 \cdot 10^{-26}$ kg. ¿Cuál es su energía cinética de reculada? El neutrino es una de las partículas fundamentales de la naturaleza.

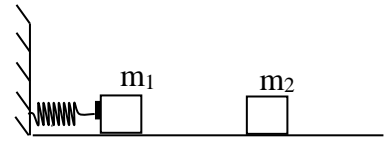
R. a) $1.4E10^{-22}$ kg·m/s, a 154° de la traza del electrón y 120° del neutrino; b) 1.0 eV

33.- Usted se agacha desde una posición erecta, bajando su centro de masa 18.0 cm durante el proceso. Luego salta verticalmente en el aire. La fuerza que el suelo ejerce sobre usted cuando salta es el triple de su peso. ¿Cuál es su velocidad hacia arriba cuando después de la posición erecta se separa del suelo? **R. 2.66 m/s**

34.- Un elefante furioso embiste a razón de 2.1 m/s contra una mosca que revolotea. Suponiendo que la colisión sea elástica, ¿a qué velocidad rebota la mosca? Nótese que el proyectil (el elefante) es mucho mas masivo que el blanco (la mosca). **R. 4.2 m/s**

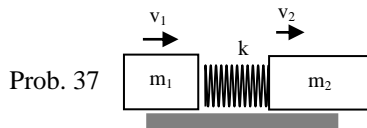
35.- Un carro de carga del ferrocarril que pesa 35.0 ton choca contra un furgón que está estacionado. Se acopla entre sí y el 27.0 % de la energía cinética inicial se disipa como calor, sonido, vibraciones, etc. Halle el peso del furgón **R. 12.9 ton**

35.- El resorte de la figura esta sujeto a la pared pero no al bloque m_1 de masa 1 kg y esta comprimido 0,1 m. Inicialmente el bloque esta en reposo cuando se lo libera choca elásticamente con m_2 de masa 2 kg que esta en reposo. calcule cuanto se comprimirá el resorte después del choque entre m_1 y m_2 . desprecie la fricción

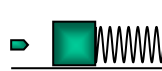


36.- Se coloca una caja sobre una báscula que está ajustada para que marque cero cuando la caja está vacía. Más tarde se vierte en la caja un montón de canicas desde una altura h medidas desde el fondo de la caja a razón R (canicas por segundo). Cada canica tiene una masa m . Las colisiones entre las canicas y la caja son completamente inelásticas. Halle la lectura que la báscula da del peso t seg después de que las canicas comiencen a llenar la caja. Encuentre una respuesta numérica cuando $R=115\text{s}^{-1}$, $h=9.62\text{m}$, $m=4.60\text{g}$, y $t=6.50\text{s}$. **R. 41.0 N**

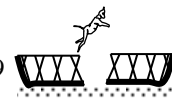
37.- Un bloque de masa $m_1=1.88\text{ kg}$ se desliza a lo largo de una mesa sin fricción a una velocidad de 10.3 m/s . Directamente enfrente de él, y moviéndose en la misma dirección, está un bloque de masa $m_2=4.92\text{ kg}$ que se mueve a razón de 3.27 m/s . Un resorte de masa despreciable con una constante elástica $k=11.2\text{ N/cm}$ está unido a la parte posterior de m_2 , como se muestra en la figura. Cuando los bloques chocan, ¿cuál es la máxima compresión del resorte? **R. 35.9 cm**



Prob. 38

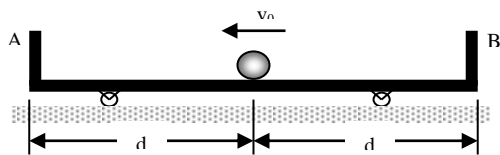


Prob. 39



38.- Una bala de 20 g es disparada horizontalmente hacia un bloque de 300 g que se encuentra en reposo sobre una superficie lisa. Después de que la bala se incrusta en el bloque, éste se mueve 0.3 m a la derecha antes de alcanzar el reposo en forma momentánea. Determine la rapidez inicial de la bala. El resorte tiene una rigidez $k=200\text{ N/m}$ y originalmente no se encuentra estirado. **R. 120 m/s**

39.- Se colocan dos trineos de 22.7 kg separados por una distancia pequeña, uno atrás del otro, como se muestra en la figura. Un gato de 3.63 kg que está en uno de los trineos brinca al otro e inmediatamente se regresa al primero. Ambos brincos se efectúan a una velocidad de 3.05 m/s respecto al trineo donde el gato estaba en reposo cuando se efectuó el brinco. Halle las velocidades finales de los dos trineos.



40.- A una pelota de tamaño despreciable y masa m se le aplica una velocidad de v_0 estando en el centro del carro, cuya masa es M y originalmente se encuentra en reposo. Si el coeficiente de restitución entre la pelota y los muros A y B es e , determine la velocidad de la bola y del carro justo después de que la pelota golpea A. También, determine el tiempo total necesario para que la bola golpee A, rebote, golpee después B, rebote y regrese al centro del carro. Desprecie la fricción. **R. $mv_0(1+e)/(m+M)$, $v_0(m-eM)/(m+M)$ y $(1+1/e)^2 d/v_0$**

41. Contra un sistema en reposo que se encuentra sobre una superficie horizontal lisa y que consta de dos cuerpos de masa m , unidos por un muelle de constante elástica k , choca a la velocidad V cierto cuerpo de la misma masa. La colisión es elástica. Determinar el alargamiento máximo del resorte.

42.- Dos cuerpos de masas m_1 y m_2 están unidos a los extremos de un resorte de masa despreciable y de constante k , ver figura a. El resorte se comprime una distancia d y se le instala un seguro. Inicialmente todo el sistema se mueve a lo largo del eje X con una rapidez v_i y la recta que une los cuerpos 1 y 2 forma un ángulo α con \vec{v}_i . En $t = 0$ el seguro se rompe y el resorte se alarga separando a los cuerpos. (el resorte no está pegado a los cuerpos)

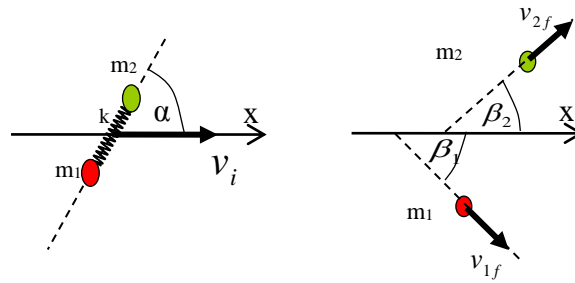
a) Demuestre que el resorte llega a su longitud normal en $t_r = \frac{1}{4(2\pi/\omega)}$, donde $\omega^2 = \frac{k(m_1+m_2)}{m_1m_2}$

b) Calcule la energía cinética total k_f de los cuerpos para $t \geq t_r$, cuando estos se mueven libremente a partir del instante $t = t_r$

c) Calcule el módulo y orientación de la velocidad relativa $u_f = v_{2f} - v_{1f}$ en función de ω , d y α . Expresé u_f en forma de módulo argumental.

d) El movimiento final de ambos cuerpos se muestra en la figura b. Expresé las velocidades v_{1f} , v_{2f} y los ángulos β_1 y β_2 en función de m_1 , m_2 , ω , d , α y v_i

e) Calcule cuidadosamente t_r , k_f , u_f , v_{1f} , v_{2f} , β_1 , β_2 para el siguiente caso $k = 480$ N/m, $m_1 = 3$ kg, $m_2 = 2$ kg, $d = 0,2$ m, $\alpha = 110^\circ$ y $v_i = 2$ m/s. Cuando haya realizado los cálculos numéricos, compruébelos confirmando que la energía cinética final es numéricamente igual a la energía total inicial.



Prob. 42

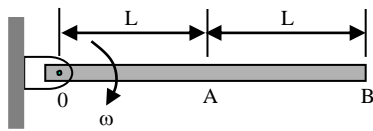
G-3. MECÁNICA DEL CUERPO RÍGIDO

Equilibrio De Rígidos

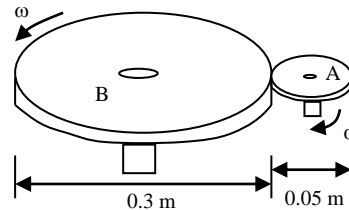
1.- La barra rígida de la figura de longitud $2L = 1 \text{ m}$ esta girando alrededor del pivote 0 a una razón constante $\omega = 8 \text{ rad/s}$. Calcule las velocidades y las aceleraciones de los A y B para la posición mostrada en la figura.

2.- La velocidad angular (8 rad/s) de la barra descrita en el problema 1 esta aumentando a razón de $\alpha = 2 \text{ rad/s}^2$. Calcule los vectores aceleración de los puntos A y B.

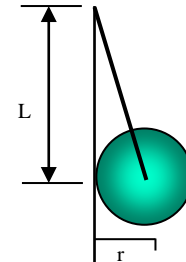
R. $(-32\mathbf{i}-\mathbf{j})\text{m/s}^2$, $(-64\mathbf{i}-2\mathbf{j})\text{m/s}^2$



Prob. 1



Prob. 3



Prob. 4

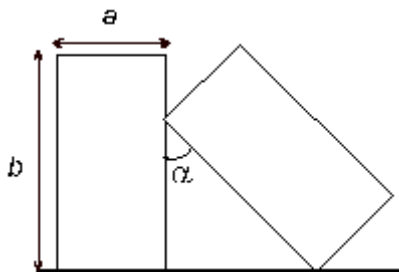
3.- La torna mesa de un tocadiscos obtiene su movimiento por medio de la fricción con una pequeña rueda conductora. ¿Cuál es la aceleración angular de la pequeña rueda A si el disco mayor B debe alcanzar una velocidad angular $\omega = 33,3 \text{ rpm}$ en un tiempo de 5 s ?, ¿ Cuantas revoluciones efectúa el disco en ese tiempo?. Suponga que no hay deslizamiento.

4.- Una esfera uniforme de peso w y radio r está sostenida mediante una cuerda amarrada a una pared sin fricción a una distancia L medida desde el centro de la esfera, como se ilustra en la figura. Halle (a) la tensión en la cuerda y (b) la fuerza ejercida sobre la esfera por la pared.

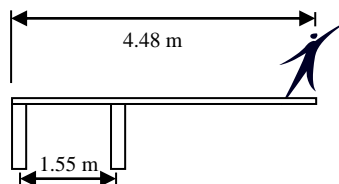
5.- Dos bloques idénticos en forma de paralelepípedo (dimensiones a , b y c) están dispuestos como se muestra en la figura. La masa de los bloques es m y el coeficiente de fricción entre éstos y el piso es μ . Hallar los posibles valores del ángulo para que el sistema permanezca en la posición de equilibrio mostrada.

6.- Una clavadista de 582 N de peso está de pie sobre el extremo de un trampolín uniforme de 4.48 m de longitud, sujeto por dos pedestales entre los cuales hay una separación de 1.55 m, como se ilustra en la figura. Halle la tensión (o compresión) en cada uno de los pedestales.

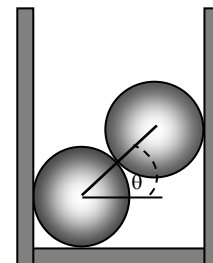
R. 1.17 kN, 1.89 kN



Prob. 5



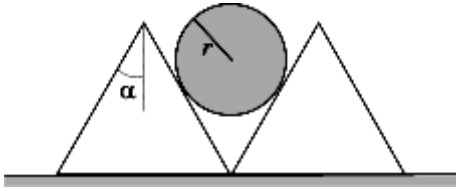
Prob. 6



Prob. 7

7.- Dos esferas uniformes e idénticas, sin fricción, cada una con un peso W , descansan como se muestra en la figura en el fondo de un recipiente rectangular, fijo. La línea que une los centros de las esferas forman un ángulo θ con la horizontal. Halle las fuerzas ejercidas sobre las esferas (a) por el fondo del recipiente, (b) por los costados del recipiente, y (c) una contra la otra.

8.- Dos cuñas iguales en forma de triángulos isósceles, cada una de masa m_2 y ángulo con la vertical igual a α , están colocadas una a continuación de la otra con sus bases sobre un plano horizontal rugoso. Los bordes de las cuñas están en contacto. Una esfera lisa de masa m_1 y radio r es colocada entre las cuñas de tal manera que el sistema se encuentra en equilibrio. Demostrar que el equilibrio existe si se cumple:

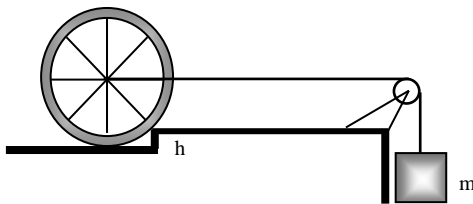


$$\mu > \frac{m_1}{m_1 + 2m_2} \cot \alpha$$

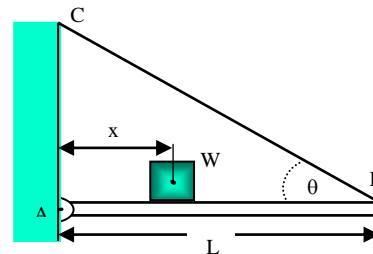
$$r < a \cdot \sin \alpha \cdot \tan \alpha \cdot \left(\frac{m_1 + m_2}{m_1} \right)$$

donde μ es el coeficiente de fricción y a es la longitud de cada base de la cuña.

9.- ¿Qué masa máxima del bloque, es necesaria para que el sistema este en equilibrio? Tome r como el radio de la rueda, W como su peso y h como la altura del obstáculo.



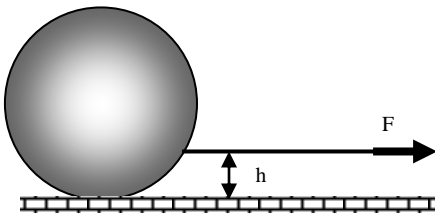
Prob. 9



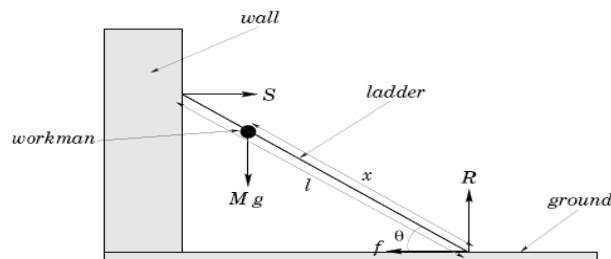
Prob. 10

10.- Una barra horizontal delgada AB de peso despreciable y longitud L está pivotada a un muro vertical en A y soportada en B por un alambre delgado BC que forma un ángulo θ con la horizontal. A lo largo de la barra, un peso W puede moverse en cualquier dirección según se defina por la distancia x desde el muro. (a) Halle la tensión T en el alambre delgado en función de x . Halle (b) la componente horizontal y (c) la componente vertical de la fuerza ejercida sobre la barra por el pivote A.

R. a) $xW/(l \sin \theta)$ b) $xW/(L \tan \theta)$ c) $W(1-x/L)$



Prob. 11



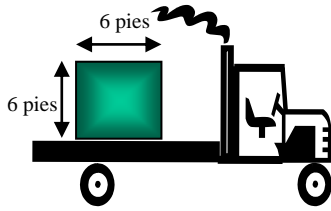
Prob. 12

11.- Una esfera homogénea de radio r y peso W se desliza a lo largo del suelo bajo la acción de una fuerza horizontal constante F aplicada a un cordón, como se muestra en la figura. (a) Demuestre que si μ es el coeficiente de fricción cinética entre la esfera y el suelo, la altura h está dada por $h=r(1-\mu W/F)$. (b) Demuestre que la esfera no está en equilibrio de traslación bajo estas circunstancias.

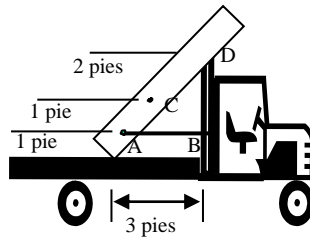
12.- Suponga que una escalera de longitud l y masa despreciable esta apoyada contra una pared vertical, formando un ángulo θ con la horizontal. Un trabajador de masa M sube una distancia x a lo largo de la escalera, medida desde la parte inferior ver fig. Suponga que la pared es completamente lisa, pero el piso posee un coeficiente estático de fricción μ . ¿Cuan alto podrá subir el trabajador por la escalera antes que ella comience a deslizar por el suelo?

R. $x_{max}=l\mu \tan \theta$

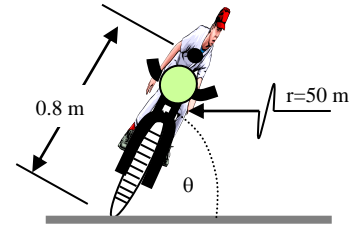
13.- Una Caja homogénea de 8000 lb de peso tiene un coeficiente estático de fricción con la plataforma del camión de 0,2. ¿Cuál es la máxima aceleración que puede alcanzar el camión sin causar que la caja deslice suponiendo que esta no se vuelca ?



Prob. 13



Prob. 14



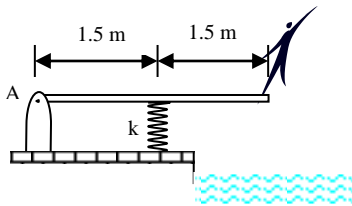
Prob. 15

14.- Se transporta una estructura metálica de 322 lb apoyada como se indica sobre en el camión en el punto D y se sujeta con una cuerda AB para prevenir que deslice. El centro de masa de la estructura esta en C. Todas las superficies son lisas y la estructura es delgada comparada con las otras dimensiones importantes. Si la cuerda se rompiera a una tensión de 300 lb, Calcule la máxima aceleración permisible del camión.

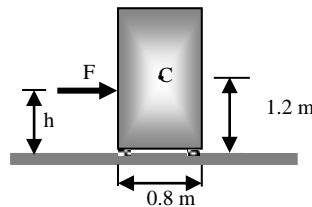
15.- Una motocicleta y su conductor tienen una masa de 200 Kg. Calcule la máxima velocidad v y el ángulo de inclinación θ requerido sobre la curva de un camino horizontal para prevenir con seguridad que la motocicleta patine o se vuelque sobre el camino ($d^2\theta/d^2t$ deberá ser cero). El coeficiente de fricción estática entre la moto y el suelo es 0.5.

R. 15.65 m/s, 63.43°

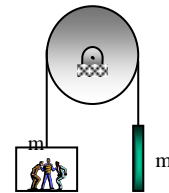
16.- Determine la aceleración angular de la tabla de clavados de 25 kg y las componentes horizontal y vertical de la reacción del perno A, en el instante en que el hombre salta. Suponga que la tabla es uniforme y rígida, y que en el instante en que el hombre salta de la tabla está comprimido el resorte un máximo de 200 mm, $w=0$, y que la tabla está horizontal. Tome $k=7\text{kN/m}$.



Prob. 16



Prob. 17



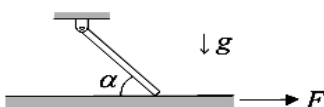
Prob. 18

17.- Una consola de 100 kg puede moverse sobre rodajas cuya fricción es despreciable. Calcule la altura límite h a la cual una fuerza de magnitud $F=400\text{ N}$ puede ser aplicada sin causar que la consola se vuelque.

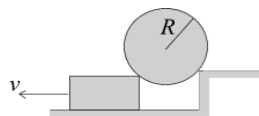
18.- La polea de un elevador se representa como un disco uniforme de 30 kg y 1 m de diámetro. El elevador y su contrapeso tienen masas $m_1=2000\text{ kg}$ y $m_2=1800\text{ kg}$ respectivamente. Calcular el momento requerido en la polea para acelerar el elevador hacia arriba a razón de 1 m/s^2 .

19.- Una hoja fina de papel se oprime hacia la mesa mediante una barra homogénea de masa m , cuyo extremo superior se sujeta de modo articulado. El ángulo entre la barra y la hoja es α , el coeficiente de fricción entre ellos es μ . No existe fricción entre la mesa y el papel. ¿Qué fuerza horizontal mínima es necesario aplicar a la hoja para sacarla?

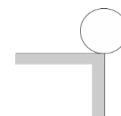
$$\mathbf{R} \quad F = \frac{\mu mg \cos \alpha}{2(1 + \mu \tan \alpha)}$$



Prob. 19



Prob. 20

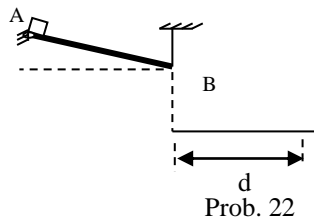


Prob. 21

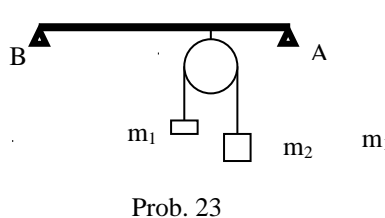
20.- Un cilindro macizo de radio R se apoya sobre dos bloques de igual altura como se indica en la figura. Un bloque está inmóvil y el otro se mueve con velocidad V hacia la izquierda. ¿Con qué fuerza presiona el cilindro sobre el bloque inmóvil en el momento en que los dos bloques están separados una distancia $R\sqrt{2}$? Considerar que en el momento inicial los bloques estaban muy cerca uno de otro; no hay rozamiento entre los bloques y el cilindro.

21.- Un cilindro circular uniforme homogéneo descansa sobre el borde de un escalón horizontal. El cilindro rueda hacia afuera sobre el escalón con una velocidad inicial despreciable sin deslizarse. Encontrar el ángulo que gira el cilindro antes de dejar el escalón y la velocidad angular del cilindro después de que haya girado. Supóngase que los efectos de la resistencia del aire pueden ser despreciados.

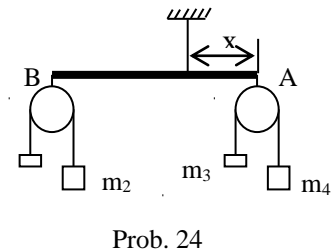
22.- La aceleración de un bloque que desliza por una tabla inclinada lisa es $4,9 \text{ m/s}^2$, la tabla está apoyada en su extremo A en un eje sobre el cual puede girar y en su extremo B cuelga de una cuerda que puede soportar una tensión máxima de 550 N. La masa de la tabla es 40 Kg y su longitud es 4 m, la masa del bloque es 50 Kg, el borde sustentado por la cuerda está a 4 m del suelo. ¿A qué distancia "d" de la vertical de la cuerda caerá el bloque?. Asuma que el bloque parte del reposo.



Prob. 22



Prob. 23

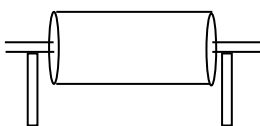


Prob. 24

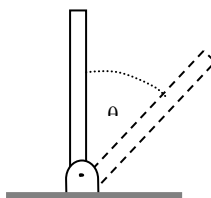
24.- De una viga uniforme AB, de 3 m de longitud y masa 40 Kg, cuelgan de sus extremos las máquinas de Atwood mostradas en la figura, las masas de la primera son $m_1 = 1 \text{ kg}$ y $m_2 = 2 \text{ kg}$ y de la segunda $m_3 = 3 \text{ kg}$ y $m_4 = 4 \text{ kg}$. La barra está colgada del techo mediante la cuerda C, ¿Cuál debe ser la distancia x entre la cuerda C y el extremo A para que la viga permanezca horizontal.

Rígidos En Rotación

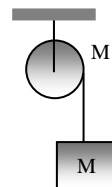
25.- Un rodillo de acero (cilindro) gira libremente apoyado en dos cojinetes. La densidad del acero es de 7800 Kg/m^3 , su longitud es 0,6 m y su radio es 0,1 m. Un trabajador apoya una tabla contra la superficie lateral del rodillo y logra detenerlo en 20 segundos. Si la fuerza de fricción ejercida por la tabla es de 44 N, calcule el momento angular inicial del rodillo.



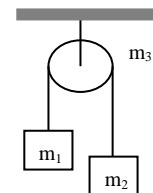
Prob. 25



Prob. 26



Prob. 27



Prob. 28

27.- Para el sistema mostrado en la figura determine a) La aceleración de traslación del bloque b) La aceleración angular de la polea c) La energía cinética del bloque y de la polea 5 s después de iniciado el movimiento. La masa y el radio de la polea son 1 kg y 0,2 m y $M_1 = 4 \text{ kg}$

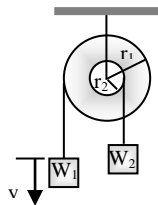
28.- Para el sistema de la figura calcule las aceleraciones de traslación de los bloques y la aceleración de rotación de la p Polea. $m_1 = 4 \text{ Kg}$, $m_2 = 6 \text{ Kg}$ la masa de la p Polea es $m_3 = 1 \text{ Kg}$ y su radio es de $0,1 \text{ m}$. Asuma que la p Polea se comporta como un disco

29.- Resuelva el problema 28 si el bloque m_3 desliza por un plano liso inclinado en 30°

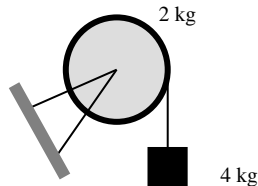
$$\text{R. } 3.564\text{m/s}^2, 71.273\text{m/s}^2, 3.564\text{rad/s}^2, 1.782\text{rad/s}^2$$

30.- La p Polea doble tiene un peso total de 50 lb y un radio de giro de 1.6 pies . El sistema inicia su movimiento desde el reposo. Calcule la velocidad de W_1 cuando haya recorrido una distancia de 5 pies . $W_1 = 300 \text{ lb}$, $W_2 = 400 \text{ lb}$, $r_1 = 2r_2$ y $r_1 = 2 \text{ pies}$.

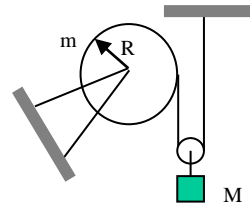
$$\text{R. } 8.63 \text{ pies/s}$$



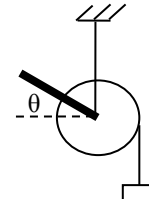
Prob. 30



Prob. 31



Prob. 32



Prob. 33

31.- Para el sistema de la figura, calcule la aceleración del bloque y la aceleración de la p Polea. La masa del bloque es de 4 Kg , la masa de la p Polea es de 1 Kg y su radio es $0,3 \text{ m}$.

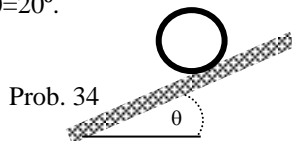
32.- Para el sistema de la figura determine la aceleración de rotación de la p Polea de masa $m = 0,6 \text{ Kg}$ y radio $R = 8 \text{ cm}$, que tiene un radio de giro igual a 4 cm y la aceleración de traslación del bloque de masa $M = 2,4 \text{ Kg}$

33.- La p Polea real de la figura, de radio $R = 0,1 \text{ m}$ y momento de inercia $I_0 = 0,01 \text{ kg m}^2$, tiene incrustada radialmente una barra uniforme de largo $0,2 \text{ m}$ y masa $0,3 \text{ kg}$. La p Polea tiene enrollado un hilo ideal el cual lleva colgado en su extremo libre un bloque de masa $m_1 = 2 \text{ kg}$. Calcule a) la aceleración angular de la barra b) la velocidad angular de la p Polea en función del ángulo θ . La barra parte del reposo desde su posición horizontal ($\theta = 0$).

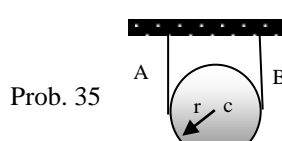
Movimiento De Rodadura

34.- Un anillo delgado de masa m y radio r inicia su movimiento desde el reposo sobre un plano inclinado. Las superficies son rugosas e impiden el deslizamiento. Calcule la aceleración lineal del anillo si $m = 2 \text{ kg}$, $r = 0,4 \text{ m}$ y $\theta = 20^\circ$.

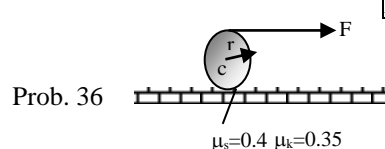
$$\text{R. } 3.35 \text{ m/s}^2$$



Prob. 34



Prob. 35



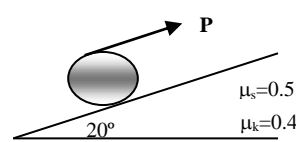
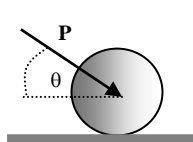
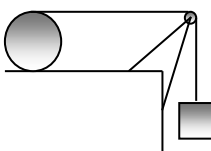
Prob. 36

35.- Un cilindro uniforme de 20 kg de masa y $0,3 \text{ m}$ de radio está soportado por una banda inextensible AB. Calcule la aceleración del centro de masa y la tensión en A para el instante inmediatamente después de que la parte B de la banda se rompe. no existe deslizamiento entre la banda y el cilindro.

$$\text{R. } 6.54 \text{ m/s}^2, 65.3 \text{ N}$$

36.- Una fuerza de magnitud $F = 500 \text{ N}$ se aplica a un disco uniforme de 30 kg de masa y $0,5 \text{ m}$ de radio. Calcule la aceleración del disco.

$$\text{R. } 20.1 \text{ m/s}^2, -4 \text{ jm/s}, -8 \text{ jm/s}, -32 \text{ im/s}^2, -67 \text{ im/s}^2$$



Prob. 37

37.- Para el sistema de la figura calcule las aceleraciones del bloque y del cilindro masa del bloque 4 Kg, masa y radio del cilindro 3 Kg y 0,2 m respectivamente. El cilindro se mueve rodando.

Prob. 38

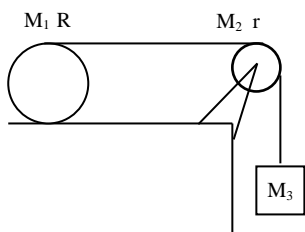
38.- Una fuerza P de 200 N esta actuando sobre en el centro de masa de un disco uniforme de 10 Kg de masa y de 0,4 m de radio. Calcule la aceleración lineal del disco si no existe deslizamiento y $\theta = 25^\circ$

Prob. 39

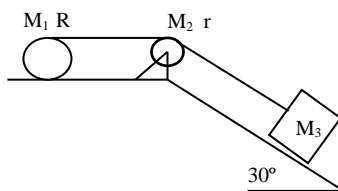
39.- Un disco uniforme de 100 lb y 2 pies de radio esta inicialmente en reposo sobre un plano inclinado. Calcule la aceleración lineal del disco Causada por una fuerza $P = 500$ lb.

40.- Para el sistema de la figura, calcule las aceleraciones de traslación y rotación del cilindro de masa $M_1 = 1$ Kg y radio $R = 0,5$ m, la aceleración de rotación de la polea de masa $M_2 = 0,5$ kg y radio $r = 0,05$ m y la aceleración de traslación del bloque que cuelga que tiene una masa $M_3 = 1$ kg.

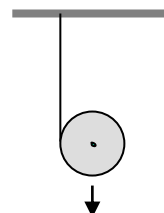
41.- Resuelva el problema 40 si M_3 baja por un plano inclinado en 30°



Prob. 40



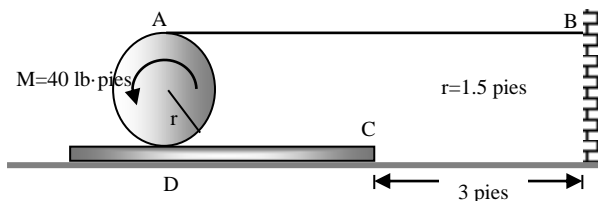
Prob. 41



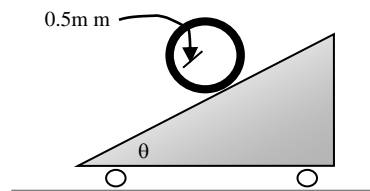
Prob. 42

42.- Para el sistema de la figura calcule la aceleración de traslación del disco así como su aceleración de rotación. La masa del disco es de 2 Kg y su radio es de 0,1 m.

43.- El disco de 15 libras descansa sobre la placa de 5 libras. Una cuerda se enrolla en torno de una periferia del disco y está unida a la pared en B. Si se aplica un torque $M = 40$ libras·pies al disco, determine la aceleración angular del disco y el tiempo necesario para que el extremo C de la placa recorra 3 pies y golpee la pared. El disco no se desliza sobre la placa y la superficie en D es lisa. Ignore la masa de la cuerda.



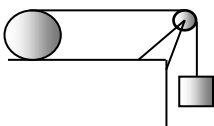
Prob. 43



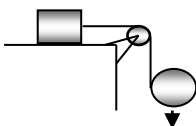
Prob. 44

44.- Un tubo de concreto (anillo delgado) tiene una masa de 500 kg y un radio de 0.5 m de la rueda, sin deslizarse, hacia abajo por una rampa de 300 kg. Si ésta puede moverse libremente, determine su aceleración. Desprecie el tamaño de las ruedas. **R. 1.17 m/s²**

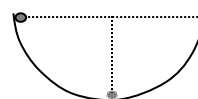
45. En el problema anterior ¿con que fuerza debe empujarse la cuña, de modo que el anillo no se mueva respecto a ella?.



Prob. 46



Prob. 47



Prob. 48

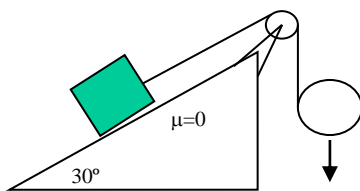
46.- Para el sistema de la figura determine a) Las aceleraciones de traslación y rotación del cilindro de masa 2 Kg y radio 0,1 m b) la aceleración del bloque de masa 4 Kg. Asuma que el cilindro esta rodando.

47.- Para el sistema de la figura determine a) Las aceleraciones de traslación y rotación del cilindro de masa 2 Kg y radio 0,1 m y b) la aceleración del bloque de masa 4 Kg.

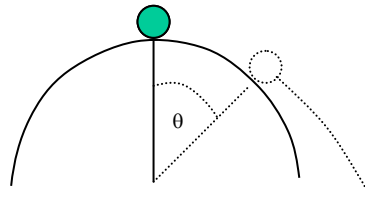
48.- Una esferita de radio $r = 2$ cm parte del reposo de la posición mostrada en la figura y baja rodando por el interior del casquete semiesférico de radio $R = 0,5$ m. Calcule la velocidad de traslación y la velocidad de rotación de la bolita cuando pasa por el punto mas bajo.

49.- Para el sistema de la figura determine a) Las aceleraciones de traslación y rotación del cilindro de masa 2 Kg y radio 0,1 m b) la aceleración del bloque de masa 4 Kg.

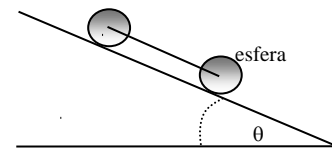
50.- Una esferita sólida de masa m y radio r descansa en la parte superior de una esfera rugosa de radio R . si la esferita rueda sin deslizar por la superficie de la esfera, ¿para qué valor del ángulo θ se desprenderá de la esfera?



Prob. 49

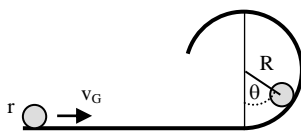


Prob. 50

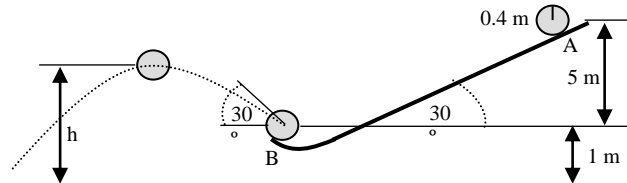


Prob. 51

51.- Una esfera sólida y un aro delgado bajan rodando por un plano inclinado en $\theta=30^\circ$, ambos tienen la misma masa M y el mismo radio R y están ligados mediante una barra ideal como se muestra en la figura a) Calcule la tensión en la barra y diga si el esfuerzo es de compresión o de tracción. **R. a) Tracción b) 0.86 N**



Prob. 52

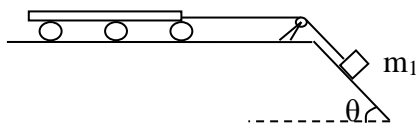


Prob. 49

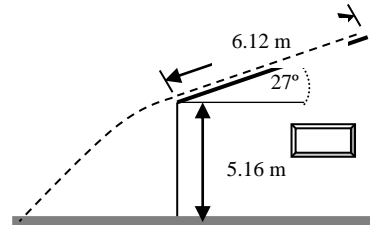
52.- La bola de la fig. tiene una masa de 10 kg y un radio $r=100$ mm; rueda sin deslizar sobre la superficie horizontal con una velocidad $v_G=5$ m/s. Determine la velocidad angular y la fuerza normal que ejerce sobre la pista cuando alcanza la posición $\theta=90^\circ$ Tome $R=500$ mm. **R. 42.4 rad/s, 360N**

53.- Sobre el plano inclinado es soltada, desde el reposo en A una llanta de automóvil de 7 kg, que rueda sin deslizar hasta el punto B, desde donde experimenta vuelo libre. Determine la altura máxima h que alcanza la rueda. El radio de giro de la rueda en torno de su centro de masa es $k_G=0.3$ m. **R. 1.80 m**

54.-El bloque de masa $m_1 = 10$ kg mostrado en la figura baja por el plano liso inclinado en 30° , él está unido mediante una cuerda ideal a la tabla de masa $m_2 = 20$ kg. Calcule las aceleraciones de m_1 , m_2 , la aceleración de rotación y de traslación de los cilindros. La masa y el radio de los cilindros es $m = 4$ kg y $r = 0.2$ m. asuma que en los puntos de contacto de los cilindros no existe deslizamiento.



Prob. 54



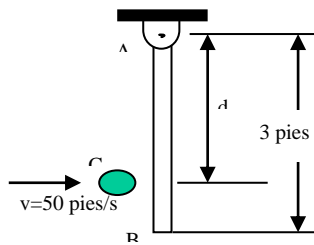
Prob.55

55.- Un cilindro sólido de 10.4 cm de radio y 11.8 kg de masa arranca desde el reposo y rueda sin deslizar una distancia de 6.12 m por el techo de una casa, el cual tiene una inclinación de 27.0° . (a) ¿Cuál es la velocidad angular del cilindro en torno a su centro al abandonar el techo de la casa? (b) La pared exterior de la casa tiene 5.16 m de altura. ¿A qué distancia de la pared golpea el cilindro el nivel del suelo? **R. 57.9rad/s, 4.21m**

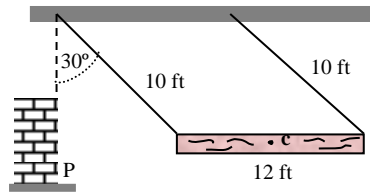
Impulso Angular

56.- La varilla de 6 libras se encuentra originalmente en reposo, suspendida en posición vertical. Determine la distancia d a la que la bola, de 1 libra y que viaja a $v=50$ pies/s, deberá golpearla de tal modo que no se genere un impulso horizontal en A. ¿Cuál es la velocidad angular de la varilla un instante después del impacto? Tome el valor de $e=0.5$. **R. 2 m, 6.82 rad/s**

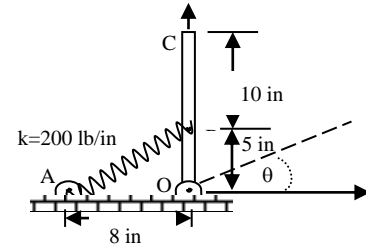
57.- Un gran tronco que pesa 1610 lb se utiliza como ariete para demoler una pared de piedra. El tronco está suspendido de dos cables de 10 ft de longitud adheridos a sus extremos. Calcule la velocidad a la cual el tronco golpea la pared en P si se libera desde el reposo con un ángulo de 30° como se indica.



Prob. 56



Prob. 57



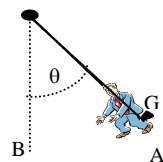
Prob. 58

58.- La barra uniforme de 4 lb está articulada en el punto O. El resorte tiene una longitud de 13 in cuando no está deformado. La barra se libera desde el reposo en la posición vertical. Calcule la velocidad del punto C cuando $\theta=0$. **R. 72.9 pies/s**

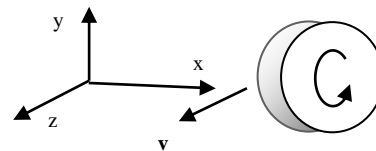
Problemas adicionales

59.- EL muchacho que tiene un peso de 110 lb está sentada en un columpio de tal forma que cuando se encuentra en A, $\theta=45^\circ$, está en reposo momentáneo y su centro de gravedad se encuentra en G. Si mantiene esta misma posición fija (rígida) cuando desciende, determine la velocidad angular del columpio cuando llega al punto más bajo B, también determine la velocidad angular del columpio cuando alcance la posición $\theta=15^\circ$. Su radio de giro en torno de un eje que atraviesa G es 1.8 pies. **R. 1.05 rad/s**

Prob. 59

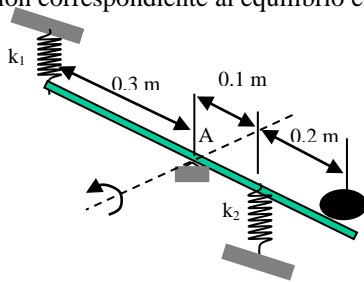


Prob. 60

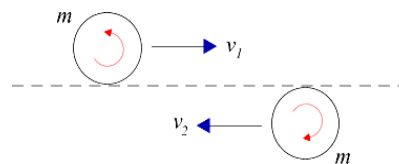


60.- Un disco de 0.5 m de radio está rodando a una velocidad constante de 30 m/s. Calcule la aceleración angular del disco si su eje está girando alrededor del eje Y a una velocidad angular constante $\omega_Y = -0.2\mathbf{j}$ rad/s. (El disco describe una trayectoria circular alrededor del eje Y).

61.- Una varilla ligera y rígida está articulada en A y está ligada mediante dos resortes lineales, $k_1=1000$ N/m y $k_2=1200$ N/m. Cuando la varilla está horizontal los resortes no están deformados. En el extremo derecho de la varilla se cuelga una masa $M=5$ kg. Si se gira la varilla 12° en el sentido contrario de las agujas del reloj a partir de la configuración horizontal y luego se suelta, ¿cuál será la velocidad de la masa cuando la varilla vuelva a la posición correspondiente al equilibrio estático con la masa M colgada? **R. 0.968 m/s**



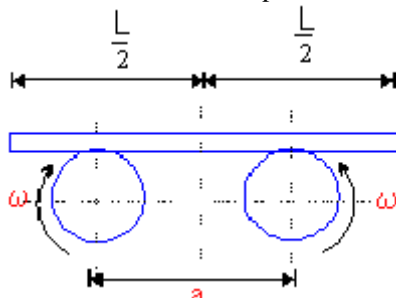
Prob. 61



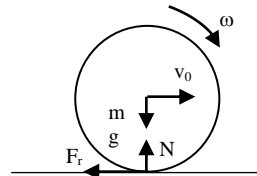
Prob. 62

62 Dos discos iguales, de masas m y radios R , se deslizan sobre una pista de hielo sin fricción y van al encuentro con velocidades paralelas v_1 y v_2 , a la vez que rotan con velocidades angulares μ_1 y μ_2 en sentidos opuestos. Al chocar se pegan por sus bordes y sus centros quedan separados por una distancia igual al diámetro de ambos discos. Determine las velocidades lineal y angular del conjunto después del choque.

63 Dos rodillos cilíndricos paralelos giran en sentidos opuestos. La distancia entre los centros de los rodillos es a . Una barra recta, uniforme, horizontal de longitud L y peso W descansa sobre los rodillos. El coeficiente de fricción cinética entre la barra y el rodillo es μ . Tomando x como la distancia desde el centro de la barra al punto medio entre los rodillos, escribir la ecuación de movimiento de la barra, suponiendo que se desplace inicialmente de su posición central. Encontrar el período del movimiento oscilatorio resultante.



Prob. 63



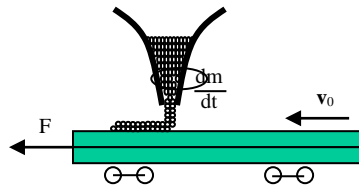
Prob. 64

64. Una bola de billar es golpeada por el taco en dirección horizontal y a la altura del centro de la bola. Siendo R el radio de la bola, M su masa, V_0 la velocidad inicial y μ el coeficiente de rozamiento entre la bola y la mesa, ¿qué distancia habrá recorrido la bola antes de que deje de resbalar sobre la mesa?.

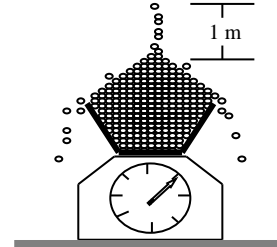
H. SISTEMAS DE MASA VARIABLE

1.- Una plancha de ferrocarril se mueve mientras es cargado con grano por una tobera vertical que descarga el grano a una razón dm/dt . a) ¿Que fuerza constante se debe aplicar la locomotora a la plancha para que se mueva a velocidad constante?. b) ¿Con que rapidez hace trabajo la locomotora?. c) ¿Con que velocidad se incrementa la energía cinética? d) Si compara los resultados de los incisos (a) y (b) existe una aparente ruptura del principio de conservación de la energía explique la situación.

Prob. 1



Prob. 2



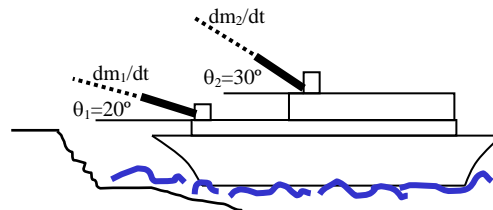
3.- Un vehículo espacial de 5000 Kg se encuentra con velocidad cero en el espacio exterior (sin atmósfera, sin gravedad) cuando su motor de propulsión iónica se enciende. EL motor expulsa masa a una razón constante $dm/dt = 10^{-6}$ Kg/s y con una velocidad relativa al vehículo de 6000 Km/h Calcule la velocidad del vehículo después de que el motor haya operado durante a) 1 h b) 100 h.
R. 0.00432 km/h, 0.432 Km/h

4.- Un barco extinguidor de incendios descarga agua por dos toberas a razón de $dm/dt = 6000$ Kg/min con $v_1 = 30$ m/s y $dm/dt = 7000$ Kg/min con velocidad $v_2 = 40$ m/s. Calcule la fuerza horizontal de empuje de los motores del barco requerida para mantenerlo en posición fija.

Prob. 3



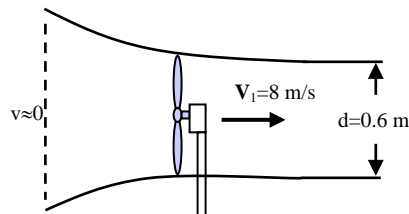
Prob. 4



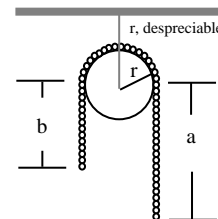
5.- Un ventilador acelera aire (densidad = $1,21$ Kg/m³) hasta una velocidad en la corriente de salida de 8m/s. Calcule la fuerza requerida para sujetar el ventilador.
R. 21.9 N

6.- Una cuerda uniforme de masa M y longitud L parte de la posición mostrada en la figura calcule la aceleración de la cadena en función de la longitud "y" de la parte de la cuerda que esta bajando.

Prob. 5

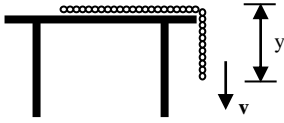


Prob. 6

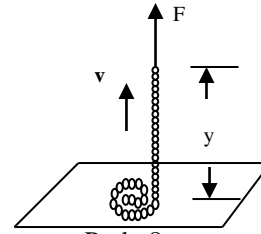


7.- Una cadena flexible, de longitud L y masa M, descansa sobre una mesa sin fricción. La cadena comienza a deslizarse desde una posición en la cual ella se encuentra perpendicular al borde de la mesa y una pequeña parte de ella sobresale. La aceleración de la cadena en términos de la longitud "y" de la parte de la cadena que cuelga esta dada por: $L(d^2y/dt^2) = gy$. a) Derive dicha expresión usando la ecuación de los sistemas de masa variable, b) Derive dicha expresión a partir del principio de conservación de energía.

8.- Una cadena flexible, de longitud L y masa M , descansa sobre la superficie horizontal sin fricción. Uno de los extremos de la cadena se levanta verticalmente a velocidad constante v , como indica el diagrama. La fuerza F requerida como función de la longitud " y " es: $F(y) = M/L(gy + v^2)$ para $y < L$. Derive dicha expresión a partir de la ecuación de los sistemas de masa variable.

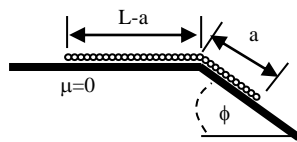


Prob. 7

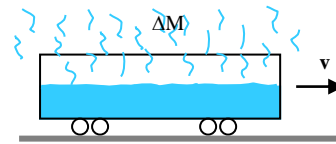


Prob. 8

9.- Para la cadena de la figura determine la aceleración con la que ella se mueve si parte de la posición mostrada en ella. La cadena tiene una masa M y una longitud L .



Prob. 9



Prob. 10

10.- Un carrito abierto por encima se desplace horizontalmente bajo la lluvia. La lluvia cae verticalmente y la cantidad de agua por unidad de tiempo que se acumula dentro del carro es $dm/dt = k$. Encontrar la aceleración del carro.

11.- Una nave espacial se encuentra estacionaria en el espacio vacío cuando sus cohetes son encendidos por un tiempo de 100 s. los gases calientes son expulsados a una razón constante de 150 kg/s con una velocidad relativa a la nave de 3000 m/s la masa inicial de la nave de 25000 kg. Determine el empuje de sus cohetes y la aceleración inicial en unidades de g. ¿Cual es la velocidad final de la nave?(Se llama empuje Ω de un cohete al termino $\Omega = -v_r(dm/dt)$.

12.- La masa combinada inicial de un cohete y su combustible es m_0 . se consume una masa de total m_f de combustible a una razón constante y se expulsa a una rapidez constante de u relativa al cohete. Determine la velocidad máxima del cohete, es decir, en el instante en que se agota el combustible. Desprecie el cambio en el peso del cohete con la altitud y la resistencia al avance del aire. El cohete se dispara en forma vertical desde el reposo.

13.- Un carrito lleno de agua se mueve sobre una superficie sin fricción v_e con velocidad constante v cuando se activa un sensor que abre una escotilla que lleva en la parte inferior y por la cual empieza a perder agua a razón constante $\frac{dm}{dt}$. Calcule la aceleración del carrito.