



Escuela Naval Arturo Prat

GUÍA X

hector.jaime.f

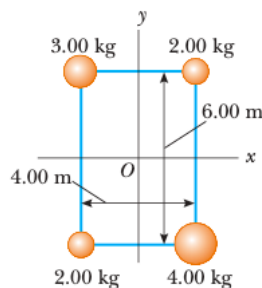
October 24, 2025

1 DINÁMICA DE ROTACIÓN

1.1 Momento de Inercia

1. Las cuatro partículas de la figura están conectadas mediante barras rígidas de masa despreciable. El origen está en el centro del rectángulo. El sistema da vueltas en el plano xy en torno al eje z con una rapidez angular de $6.00 \frac{rad}{s}$. Calcule:

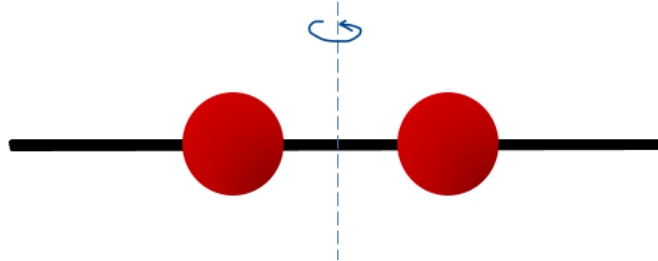
- el momento de inercia del sistema en torno al eje z ($R : 143 kg \cdot m^2$)
- la energía cinética rotacional del sistema. ($R : 2570 J$)



2. Las masas y coordenadas de cuatro partículas son las siguientes: 50 g, $x = 2$ cm, $y = 2$ cm; 25 g, $x = 0$, $y = 4$ cm; 25 g, $x = -3$ cm, $y = -3$ cm; 30 g, $x = -2$ cm, $y = 4$ cm. Calcule la inercia de rotación de este conjunto con respecto a los ejes:

- x , ($R : 1305 gcm^2$)
- y , ($R : 545 gcm^2$)
- z , ($R : 1850 gcm^2$)
- que pase por el centro de masa del sistema. ($R :$)

3. Dos esferas iguales de masas 6 kg y 20 cm de radio están montadas como se indica en la figura, y pueden deslizar a lo largo de una varilla de 3 kg de masa y 2 m de longitud. El conjunto gira libremente con una velocidad angular de 120 rpm respecto a un eje vertical que pasa por el centro del sistema. Los centros de las esferas se encuentran fijos a 0,4 m del eje de giro. Recuerde el momento de inercia de una barra en torno a su centro de masa es $I_{barra,CM} = \frac{1}{12}ML^2$ y de una esfera en torno a su centro de masa $I_{esfera,CM} = \frac{2}{5}MR^2$.

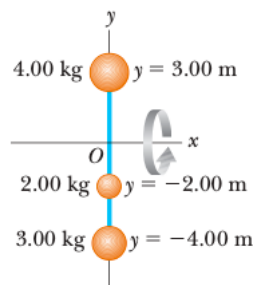


- Calcule el momento de inercia del sistema compuesto por la barra y las dos esferas. ($R : 3,112 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$)
- Calcule la energía cinética del sistema. ($R : 245,71 \text{ J}$)
- Calcule el momento de inercia del sistema, respecto a un eje que pase por el centro de la esfera izquierda. ($R :$)

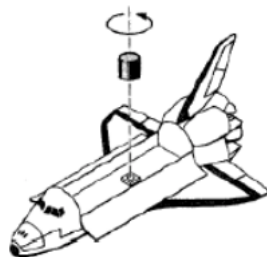
4. Barras rígidas de masa despreciable que yacen a lo largo del eje y conectan tres partículas (figura). El sistema da vueltas en torno al eje x con una rapidez angular de $2,00 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$.

Encuentre

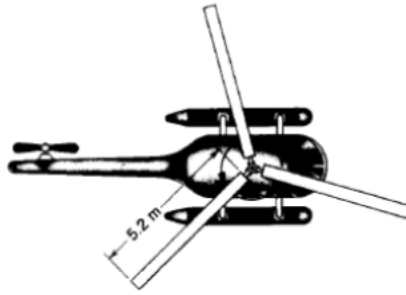
- el momento de inercia en torno al eje x y la energía cinética rotacional total evaluada a partir de $K_{total} = \Sigma \frac{1}{2} I \omega^2$ y ($R : 92 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ y $K_{total} = 184 \text{ J}$)
- la rapidez tangencial de cada partícula y la energía cinética total evaluada a partir $K_{total} = \Sigma \frac{1}{2} m_i v_i^2$. ($R : v_1 = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}, v_2 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}, v_3 = 8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
 $K_{total} = K_{m_1} + K_{m_2} + K_{barra} = 72 \text{ J} + 16 \text{ J} + 96 \text{ J} = 184 \text{ J}$)
- Compare las respuestas en los incisos a) y b).



5. Un satélite de comunicaciones es un cilindro uniforme con 1220 kg de masa, 1,18 m de diámetro, y 1,72 m de longitud. Antes de lanzarlo desde la plataforma del taxi espacial, se le hace girar a razón de $1,46 \frac{\text{rev}}{\text{s}}$ en torno al eje del cilindro; véase la figura. Calcule la energía cinética de rotación del satélite. $R : 8934,5 \text{ J} = 8,93 \text{ kJ}$

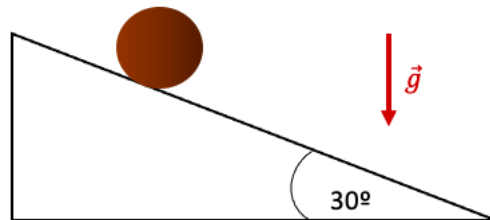


6. Cada una de las tres palas del rotor principal del helicóptero que se muestra en la figura tiene 5,20 m de longitud y una masa de 240 kg. El rotor gira a $350 \frac{rev}{min}$.
- a) Calcule el momento de inercia del conjunto en torno al eje de rotación. (Cada pala puede considerarse como una varilla, recuerde que el momento de inercia de una varilla de masa M y largo L que gira respecto a un eje perpendicular a su largo y que pasa por su C.M. $I_0 = \frac{1}{12}ML^2$ ($R : 6489,6 kgm^2$)
- b) Si se cambian las palas por otras cuya masa es un tercio de la masa anterior. El momento de inercia del sistema, ¿aumenta, disminuye o se mantiene? Justifique. (R: Disminuye 9 veces)
- c) ¿En qué caso es más fácil hacer girar el rotor del helicóptero? (Compare las situaciones de las letras a) y b)) Explique usando argumentos físicos y en, al menos, tres líneas.
(R: el momento de inercia del sistema en el caso b equivale a $721,1 kg \cdot m^2$ que es 9 veces menor que el caso a; esto implica que opone menos resistencia a la rotación.)

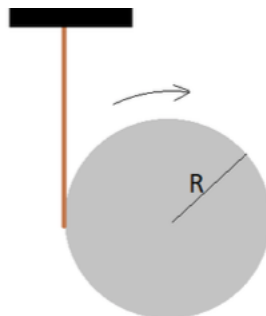


1.2 Objeto rígido bajo un momento de torsión neto

7. La esfera homogénea de masa M y radio R , rueda sin resbalar por el plano inclinado. Construyan un modelo para calcular la aceleración angular, la aceleración del centro de masa de la esfera y la fuerza ejercida por el plano sobre la esfera. (R: $\alpha = \frac{5}{14} \cdot \frac{g}{R}$, $a_{cm} = \frac{5}{14}g$, $N = \frac{\sqrt{3}}{2}Mg$, $f = \frac{1}{7}Mg$)



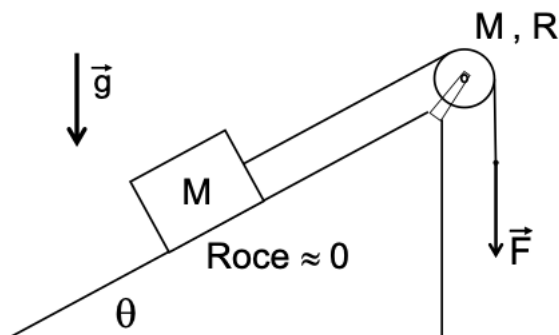
8. Un disco homogéneo, de 2 kg de masa y 15 cm de radio, lleva enrollada en su periferia una cuerda sujeta al techo por un extremo (ver figura). Si se suelta el sistema desde el reposo,



- a) Encuentre la aceleración angular del disco. (R: $\alpha = \frac{2}{3} \frac{g}{R}$)
- b) Encuentre la rapidez angular del disco cuando se hayan desenrollado 3 m de cuerda. (R: $\omega(t) =$

$$1742,2 \frac{rad}{s}$$

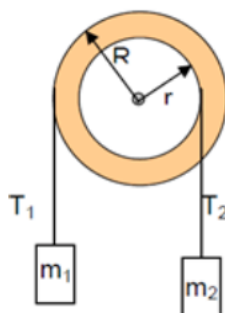
9. Sobre la parte vertical de la cuerda de la figura se aplica una fuerza constante de magnitud F hacia abajo, de modo que el bloque asciende por el plano inclinado. La masa del bloque es M . La polea es un cilindro de radio R y masa M . El roce entre el bloque y el plano, y el roce en el eje de la polea son despreciables. Construyan un modelo para calcular la aceleración angular de la polea, la aceleración del bloque y las tensiones en la cuerda. (R: $\alpha = \frac{2}{3}(\frac{F-Mg\sin\theta}{MR})$, $a = \frac{2}{3}(\frac{F-Mg\sin\theta}{M}$, $T = \frac{Mg}{3}\sin\theta$)



10. Una polea de 800 g de masa está unida a dos bloques por medio de cuerdas inextensibles de masa despreciable, como se indica en la figura, despreciando el rozamiento con el eje, determinar:

- La aceleración angular del disco. (R: $21,67 rad/s^2$)
- La aceleración lineal de cada bloque. (R: $a_1 = 1,72 m/s^2$, $a_2 = 1,29 m/s^2$)
- La tensión en cada cuerda. (R: $T_1 = 4,84 N$, $T_2 = 5,55 N$)

Suponga que $m_1 = 600g$, $m_2 = 500g$, $R = 8cm$ y $r = 6cm$.



2 FLUIDOS: HIDROSTÁTICA

2.1 Densidad

- Calcule la densidad de una pelota de futbol que masa $1,7 kg$ y su diámetro es de $25 cm$. (R: $207,8 kg/m^3$)
- Una bola de Bowling masa $7kg$ y tiene un diámetro de $20cm$. Calcule su densidad. (R: $1671 kg/m^3$)
- Elija un buque de la flota de buques de la Armada y estime su densidad.
- Si la densidad del aceite de comer es de $920 kg/m^3$, ¿Cuántos litros de aceite hay en $700 g$? (R: $0,76 L$)
- Calcule la masa de una esfera sólida de hierro que tiene un diámetro de $3.00 cm$. (R: $29,6 kg$)

2.2 Presión y Principio de Pascal

16. Calcule la presión externa que experimenta un submarino al sumergirse a una profundidad de 120 m, sabiendo que la densidad del agua de mar es de 1030 kg/m^3 . ¿Qué fuerza debe resistir cada cm^2 de su fuselaje? (R: 1312,5 kPa, 131,25 N)

17. Calcule la presión externa que experimenta una bola de acero, sumergida en petróleo ($\rho = 0,85 \text{ g/cm}^3$), a una profundidad de 50 cm. ¿Qué fuerza debe resistir cada cm^2 de su parte exterior? (R: $P = 105465 \text{ Pa}$, $F = 10,55 \text{ N}$)

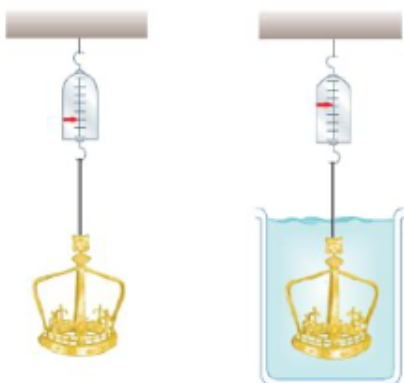
18. ¿Qué presión ejercerá un elefante joven de 4000 kg suponiendo que sus patas son aproximadamente circulares con un área de $0,2 \text{ m}^2$?, ¿Cuántas veces es mayor la presión si se para sobre sus dos patas traseras? (R: el doble)

19. Una joven de 60 kg está descalza apoyada sobre sus 2 pies. La superficie de contacto es de 150 cm^2 . ¿Qué presión ejerce sobre el suelo?, ¿Cuántas veces es mayor la presión si se sostiene en un solo pie sobre una superficie de 2 cm^2 ? (R: $39200 \text{ Pa} = 39,2 \text{ kPa}$, 75 veces)

20. En una prensa hidráulica el radio de sus émbolos es de 1 cm y 10 cm respectivamente. Si sobre el émbolo de menor área se ejerce una fuerza de 30 N , ¿cuál es la intensidad de la fuerza F que se ejerce sobre el de mayor área, para mantener el equilibrio? (R: $3000 \text{ N} = 3,00 \text{ kN}$)

2.3 Fuerzas de Flotación y Principio de Arquímedes

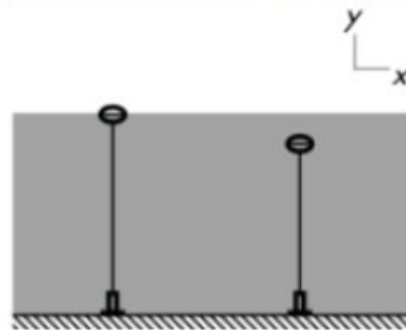
21. Según la tradición a Arquímedes se le pidió determinar si una corona hecha para el rey consistiera de oro puro. De acuerdo con la leyenda, él resolvió este problema al pesar la corona primero en aire y luego en agua, como se muestra en la figura. Suponga que la lectura en la balanza es $7,84 \text{ N}$ cuando la corona estaba en aire y $6,84 \text{ N}$ cuando estaba en agua. ¿Qué dijo Arquímedes al rey? (R: $7,84 \cdot 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, Arquímedes debió informar al rey que lo habían engañado. O la corona estaba hueca o no estaba hecha de oro puro.)



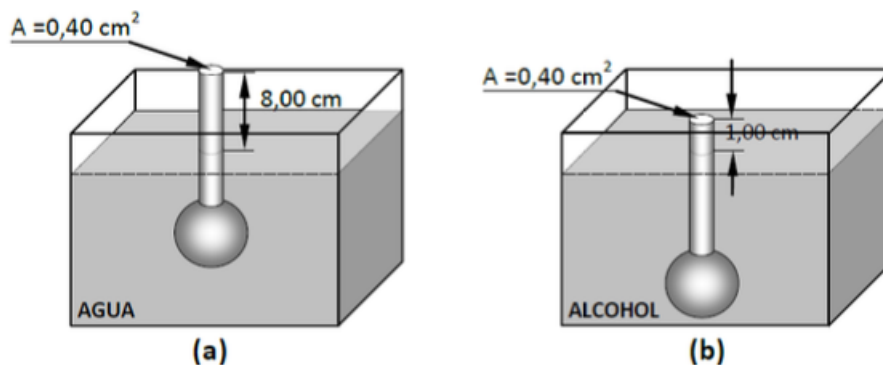
22. Un iceberg que flota en agua de mar, como se muestra en la figura, es extremadamente peligroso porque la mayor parte del hielo está bajo la superficie. Este hielo oculto puede dañar una embarcación que aun está a una distancia considerable del hielo visible. ¿Qué fracción del iceberg se encuentra bajo el nivel del agua? (R: 0,89V, el 89% del volumen sumergido)



23. Dos boyas de igual masa y densidad, utilizadas para generar electricidad del movimiento ondulante del océano, están ancladas al fondo del océano mediante dos cables. ¿En cuál de los cables es mayor la tensión? Explique usando argumentos Físicos. (R: Es mayor en la boya que está totalmente sumergida; debido a que desplaza más volumen de agua, por lo tanto la relación $\rho \cdot g \cdot h$ es mayor, esto implica que la tensión será mayor en este caso.)



24. El cuerpo de la figura se compone de una esfera y de una varilla cilíndrica de sección transversal $0,40\text{cm}^2$. El volumen total de la ampolla y de la varilla es $13,2\text{cm}^3$. Cuando se sumerge en agua el cuerpo flota con $8,00\text{cm}$ de la varilla fuera de la superficie del agua, densidad igual a 1000kg/m^3 como muestra la (Figura a). En cambio sumergido en alcohol, queda $1,00\text{cm}$ de la varilla fuera del mismo (Figura b)).



- Calcula la masa del cuerpo. (R: $0,01\text{kg}$)
- Calcula la densidad del cuerpo. (R: 756kg/m^3)
- Calcula la densidad del alcohol. (R: 781kg/m^3)

25. Una boya cilíndrica de 10cm de radio flota sumergida hasta la mitad en el agua. Trepa sobre ella una rana de $0,25\text{kg}$ ¿En cuánto se incrementa la altura sumergida? (R: $0,00795\text{m}$)

2.4 Caudal y Ecuación de Continuidad

26. Una regadera tiene 20 agujeros circulares de $1,0\text{mm}$ de radio. La regadera está conectada a un tubo de $0,80\text{cm}$ de radio. Si la velocidad del agua en el tubo es de $3,0\text{m/s}$ ¿Con qué velocidad saldrá el agua por los agujeros? Densidad del agua 1000kg/m^3 . (R: $9,6\text{cm}^3/\text{s}$)

27. De manera experimental se encuentra que por un tubo cuyo diámetro interno es de $7,0\text{mm}$ salen exactamente 250mL de flujos de fluido en un tiempo de 41s . ¿Cuál es la rapidez promedio del fluido en el tubo? (R: $15,84\text{cm/s}$)

28. Se descarga agua por un tubo horizontal cilíndrico a razón de $465\text{cm}^3/\text{s}$. En una sección del tubo donde el diámetro es de $4,1\text{cm}$, la presión absoluta es de $1,6 \cdot 10^5\text{Pa}$. ¿Qué diámetro tiene una contricción del tubo donde la presión se reduce a $1,20 \cdot 10^5\text{Pa}$? (R: $0,83\text{cm}$)

29. Se corta un agujero circular de $6,00\text{mm}$ de diámetro en el costado de un tanque de agua grande, $14,0\text{m}$ debajo del nivel del agua en el tanque. El tanque está abierto a la atmósfera. Calcula:

a) La rapidez de salida del agua. (R: $16,6\text{m/s}$)

b) El volumen en litros descargado por unidad de tiempo. (R: $0,468\text{L/s}$)

30. Un tanque sellado que contiene agua hasta una altura de $11,0\text{m}$ contiene también aire sobre el agua a una presión manométrica de $3,00\text{atm}$. Sale agua del tanque a través de un agujero pequeño en el fondo. Calcula la rapidez de salida del agua. (R: $28,7\text{m/s}$)

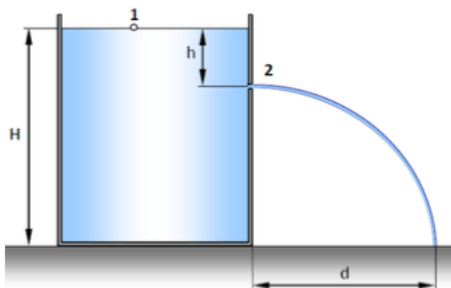
2.5 Ecuación de Bernoulli

31. Por un tubo horizontal de 30cm de diámetro circula un fluido incompresible cuya densidad es $1,3 \cdot 10^3\text{kg/m}^3$ a razón de $9,0\text{m}^3/\text{min}$. Para evitar un obstáculo, el tubo se debe doblar hacia arriba, hasta alcanzar una altura de $1,00\text{m}$. Si la presión en la sección horizontal del tubo es de $1,50\text{atm}$, calcule la presión en la parte superior del mismo, donde el diámetro es de 15cm . (R: $9,6 \cdot 10^4\text{Pa}$)

32. El depósito abierto de la Figura, de grandes dimensiones y paredes verticales, contiene agua hasta una altura $H = 5\text{m}$. Se practica un orificio en la pared del depósito, a una profundidad $h = 1\text{m}$ por debajo de la superficie libre del agua. El chorro de agua sale horizontalmente y, tras describir una trayectoria parabólica, llega al suelo a una distancia " x " del pie del depósito.

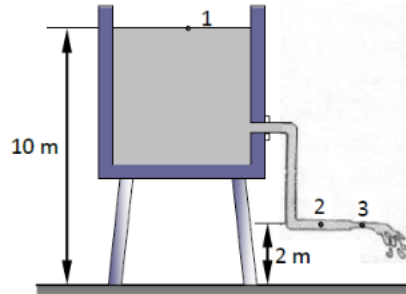
a) ¿Cuál es el alcance " d " del chorro sobre el plano horizontal? (R: 4m)

b) Si se cierra el orificio 2 ¿Será posible abrir un segundo orificio, a distinta profundidad, de modo que el chorro que salga de él tenga el mismo alcance que antes? En caso afirmativo, ¿A qué profundidad? (R: 1m)

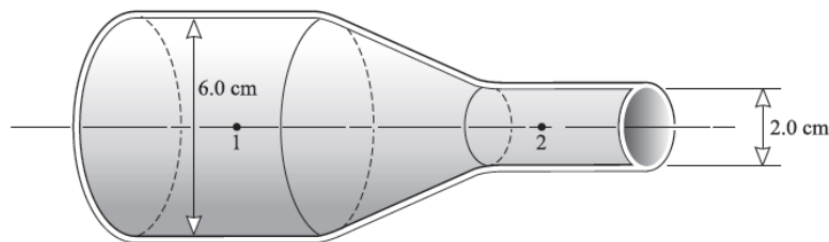


33. Fluye agua continuamente de un tanque abierto como el de la Figura. La altura de la sección 1 es de $10,0m$, y la de las secciones 2 y 3 es de $2,00m$. El área transversal de la sección 2 es de $0,0489m^2$ y de la 3 es de $0,016m^2$. El área del tanque es muy grande en comparación con el área transversal del tubo. Calcula:

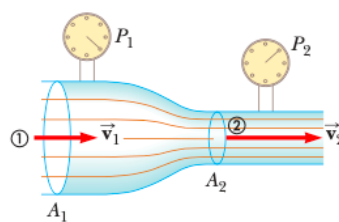
- a) El caudal de salida en m^3/s . (R: $0,20m^3/s$)
b) La presión manométrica en la sección 2. (R: $7,00 \cdot 10^4 Pa$)



34. Un tubo horizontal tiene la forma que se presenta en la figura. En el punto 1 el diámetro es de $6,0cm$, mientras que en el punto 2 es sólo de $2,0cm$. En el punto 1, $v_1 = 2,0m/s$ y $P_1 = 180kPa$. Calcule v_2 . (R: $v_2 = 18m/s$, $P_2 = 20kPa$)



35. La tubería horizontal constreñida que se ilustra en la figura, conocida como tubo Venturi, se usa para medir la rapidez de flujo de un fluido incompresible. Determine la rapidez del flujo en el punto 2 de la figura si se conoce la diferencia de presión $P_2 - P_1$. (R: $v_2 = A_1 \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(A_1^2 - A_2^2)}}$)

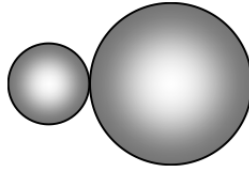


3 CENTRO DE MASAS Y CENTROIDES

36. Determinar la posición del centro de masa X_{CM} en el sistema de la figura. (R: $3cm$)

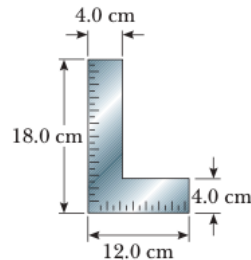


37. Dos esferas homogéneas de masas $m_1 = 50g$ y $m_2 = 400g$ y radios $r_1 = 5cm$ y $r_2 = 10cm$ se encuentran en contacto como se muestra en la figura. Determine la posición del centro de masa del sistema. (R: $13,33cm$)

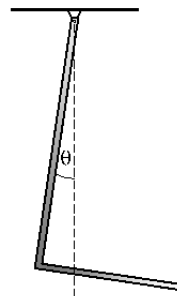
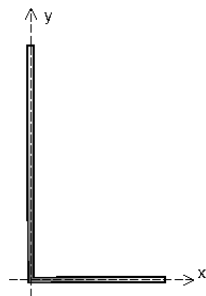


38. Juan y Pedro están parados sobre un lago helado y se encuentran separados una distancia de 20 m, unidos por una soga de masa despreciable. Pedro tiene una masa de $60kg$ y Juan de $90kg$. Los dos tiran de los extremos de la cuerda. Cuando Juan se ha movido $6,0m$ hacia Pedro; ¿Cuanto y en que dirección se ha movido Pedro? (R: $9m$)

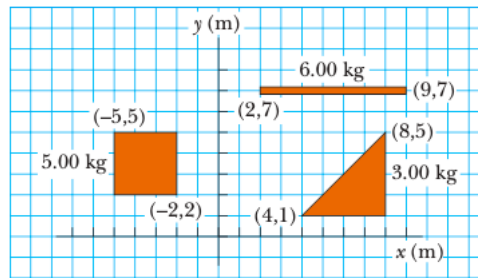
39. La escuadra de un carpintero tiene la forma de una L, como se muestra en la figura. Ubique su centro de gravedad. (R: $x_{CM} = 3,85cm$; $y_{CM} = 6,85cm$)



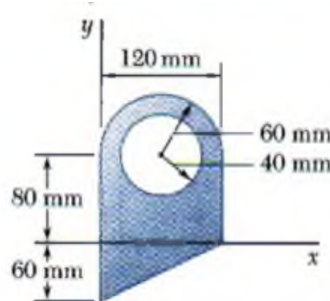
40. Una barra metálica de masa total M y longitud L se dobla en 90° en un tercio de su longitud. a) Usando el sistema de coordenadas indicado en la figura de la izquierda, calcule la posición del centro de masa de la barra doblada. (R: $x_{CM} = \frac{L}{18}$ $y_{CM} = \frac{2L}{9}$)
b) Ahora la barra doblada se cuelga del extremo superior de su parte más larga. Calcule el ángulo θ que se desvía de la vertical la parte más larga de la barra. (R: $75,96^\circ$)



41. La figura muestra tres objetos uniformes: una barra, un triángulo rectángulo y un cuadrado. Se proporcionan sus masas y sus coordenadas en metros. Determine el centro de gravedad para el sistema de tres objetos. (R: $x_{CM} = 2,53m$, $y_{CM} = 4,75m$)



42. Para el área plana mostrada en la figura; determine las coordenadas del centroide de área. (R: $x_{CM} = 54,8mm$, $y_{CM} = 36,6cm$)



43. Localice el centroide del área plana mostrados en la figura. (R: 5.1 (140, 0; 165)mm, 5.2 (8, 22; 4, 00)in, 5.3 (105, 0; 90, 0)mm, 5.4 (22, 7; 23, 9)in, 5.5 (18, 02; 84, 9)mm, 5.6 (8, 32; 3, 61)in)

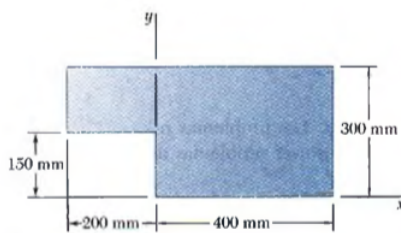


Figura P5.1

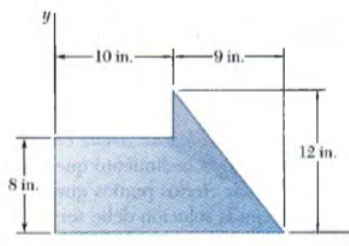


Figura P5.2

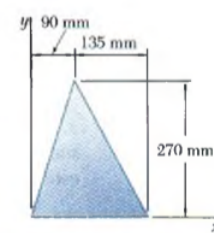


Figura P5.3

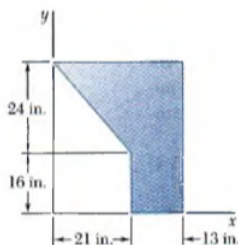


Figura P5.4

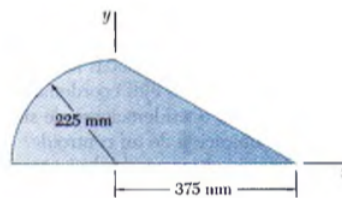


Figura P5.5

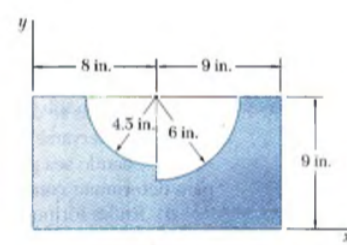


Figura P5.6