

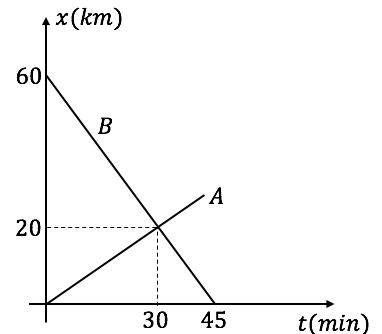
Nota: En los problemas que sea posible, realizar las gráficas cualitativas de aceleración, velocidad y posición en función del tiempo.

Problema 1. Un cuerpo se mueve con una rapidez inicial de 3 m/s y una aceleración de módulo constante de 4 m/s^2 en igual dirección y sentido que la velocidad.

- Escriba la expresión para la velocidad y la posición en función del tiempo (inicialmente el cuerpo se encuentra en el origen).
- ¿Cuáles son la velocidad y la distancia recorrida al final de 7 s ?
- Resuelva el mismo problema para un cuerpo cuya aceleración tiene sentido opuesto al de la velocidad.

Problema 2. Dos automóviles A y B se mueven en sentido opuesto a lo largo de una misma carretera. La figura muestra cómo varía con el tiempo la posición de cada automóvil medida a lo largo de la carretera y respecto de un puesto caminero en dicha carretera. Teniendo en cuenta la información contenida en la gráfica posición sobre la carretera - tiempo:

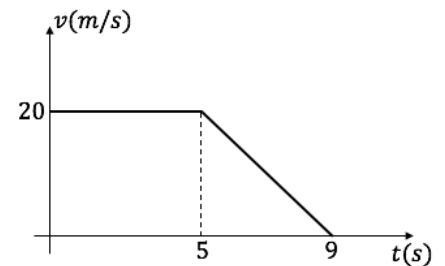
- Determine la posición sobre la carretera de los automóviles en el instante inicial. Graficar la trayectoria indicando dichas posiciones.
- Determine el instante en que los vehículos se cruzan y a qué distancia del puesto caminero se encuentran en dicho instante. Estime a qué distancia del puesto caminero se encuentra A en el instante en que B pasa por el mencionado puesto.
- Obtenga expresiones analíticas para la posición sobre la carretera de cada automóvil en función del tiempo.
- Teniendo en cuenta las expresiones obtenidas, corrobore analíticamente el valor del tiempo de encuentro.
- Calcule los instantes en que los automóviles se encuentran separados una distancia de 50 km .



Problema 3. Un auto que partió del reposo, se desplaza con una aceleración de módulo 1 m/s^2 durante 1 s . Luego se apaga el motor y el auto desacelera debido a la fricción, durante 10 s a un promedio de 5 cm/s^2 . Entonces se aplican los frenos y el auto se detiene en los restantes 5 s . Calcule la distancia total recorrida por el auto. En el gráfico rapidez-tiempo, demuestre que el área comprendida entre la curva y el eje t mide la distancia total recorrida.

Problema 4. Del gráfico $v - t$ mostrado, se puede afirmar que (indique verdadero o falso y justifique):

- El móvil partió del reposo.
- Tuvo aceleración constante durante los últimos 4 segundos.
- Desaceleró finalmente a razón de 5 m/s^2 .
- La mayor parte del tiempo se movió con M.R.U.
- A los 5 segundos invirtió el sentido del movimiento.
- Recorrió mayor distancia durante los primeros 5 segundos que durante los últimos 4 segundos.
- El desplazamiento durante los 9 segundos fue de 140 m .

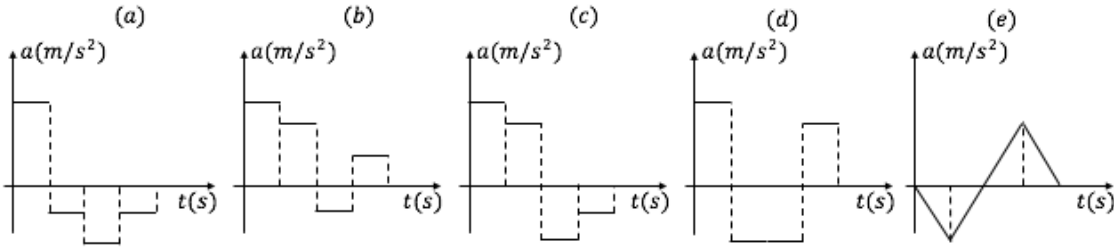
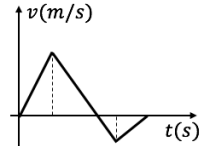


Imagínese un ejemplo real al cual podría corresponder dicha gráfica.

Problema 5. Un auto está esperando a que cambie la luz roja de un semáforo. Cuando la luz cambia a verde, el auto acelera uniformemente durante 6 s a razón de 2 m/s^2 , después de lo cual se mueve con rapidez constante. En el instante en que el auto comienza a moverse, un camión que se mueve en igual dirección y sentido, con movimiento uniforme de 10 m/s de rapidez, lo pasa. ¿En qué tiempo, y a qué distancia (respecto al semáforo) se encontrarán nuevamente el auto y el camión?

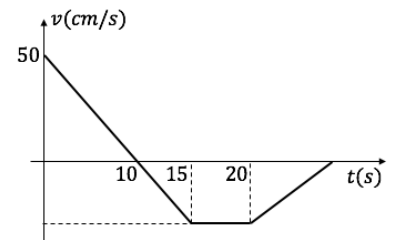
Problema 6. Dado el gráfico de rapidez en función del tiempo ($v-t$),

¿cuál de los siguientes gráficos aceleración en función del tiempo ($a-t$) concuerda con el gráfico $v-t$ mostrado?



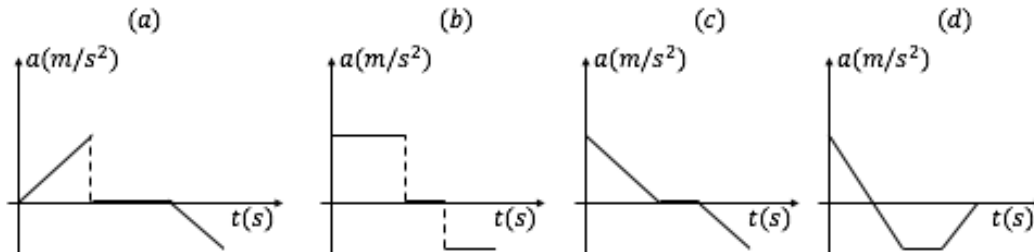
Problema 7. Un móvil se mueve a lo largo de una trayectoria recta y en el instante inicial pasa por el punto A de la misma a 150 cm del origen (punto Q), con una rapidez de 50 cm/s alejándose del punto de referencia. A partir de los 20 s la aceleración es tal que el móvil se detiene justo en el origen del sistema de referencia. La figura muestra como varía la rapidez del móvil con el tiempo.

- Determine la posición en que invierte el sentido del movimiento.
- Calcule la posición y velocidad del móvil en el instante que comienza a moverse con aceleración nula.
- Calcule la aceleración que debe darse al móvil a los 20 s de pasar por el punto A, para que se detenga justo en el origen.
- Calcule el desplazamiento del móvil mientras se mueve con velocidad constante.
- Realice las gráficas cualitativas de aceleración y posición en función del tiempo.



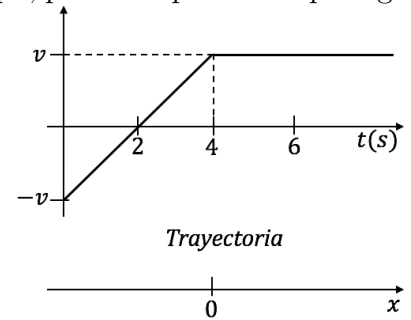
Problema 8. Un vehículo, en una pista rectilínea, es acelerado de forma constante, durante 10 s . Sigue sin aceleración durante 5 s , y luego frena de manera constante hasta parar.

- De los gráficos de aceleración dados, ¿cuál será el que mejor representa dicho movimiento?
- Dibuje los correspondientes gráficos de velocidad y posición en función del tiempo en la dirección del desplazamiento, para la opción escogida en el inciso anterior, si parte del reposo desde el origen.

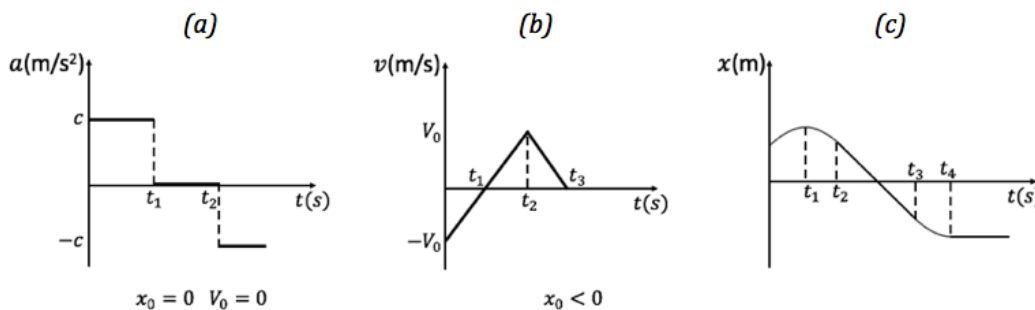


Problema 9. El gráfico dado representa la velocidad en función del tiempo, para una partícula que sigue una trayectoria rectilínea. En el instante inicial la partícula se encuentra en el origen de coordenadas.

- Trace los gráficos correspondientes de aceleración y de posición en función del tiempo.
- En el gráfico de la trayectoria indique cualitativamente las posiciones de la partícula en $t = 0, 2, 4$ y 6 s.



Problema 10. Los siguientes gráficos corresponden a tres movimientos de un móvil en distintos tramos de camino rectos. Para cada inciso complete las gráficas faltantes ($x = f(t)$, $v = f(t)$ o $a = f(t)$ según corresponda). En todos los casos indique en qué intervalos de tiempo el móvil se acerca o se aleja del punto de partida. Interprete y explique el tipo de movimiento que realiza el móvil en cada caso.



Problema 11. Un cuerpo se mueve a lo largo de una recta. Su aceleración está dada por $a = -2x$, donde x está en metros y a en m/s^2 . Encuentre la relación entre la velocidad (v) y la posición (x), suponiendo que cuando $t = 0$, $x = 0$ y $v = 1$ m/s . Halle también la velocidad y la posición en función del tiempo. Grafique la trayectoria interpretando el movimiento sobre la misma.

Problema 12. 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. Suponiendo que cuando $t = 0$, $x = 0$ y $v = v_0$, encuentre v y x como funciones del tiempo y también $v(x)$. Repita el problema si $a = -kv$.

Problema 13. Una piedra cae desde un globo que asciende con velocidad uniforme de 12 m/s de módulo, cuando éste se encuentra a $h = 30$ m respecto al suelo.

- Calcule la altura máxima alcanzada por la piedra.
- ¿A qué distancia de la piedra se encuentra el globo en ese instante?
- ¿A qué altura se encuentra el globo en el instante en que la piedra choca con el suelo?
- Resuelva el mismo problema para el caso en que el globo descienda con la misma rapidez.

Problema 14. Un hombre parado en el techo de un edificio tira una pelota verticalmente hacia arriba con una rapidez de 10 m/s . La pelota llega al suelo 4.25 s más tarde.

- ¿Cuál es la máxima altura alcanzada por la pelota? Responda respecto del suelo.
- ¿Qué altura tiene el edificio?
- ¿Con qué velocidad llega la pelota al suelo?

Problema 15. Desde la ventana de un edificio ubicada a 80 metros de altura, se lanza una pelota hacia abajo con una rapidez inicial de 10 m/s . Otra pelota se arroja hacia arriba, con la misma rapidez, desde la base del edificio, 2 s después de haber lanzado la primera. ¿Qué tiempo transcurre hasta que se encuentran las pelotas? ¿A qué altura lo hacen respecto del suelo?

Problema 16. Un auto está viajando en una curva plana tal que su posición está dada por las coordenadas rectangulares en función del tiempo: $x = 2t^3 - 3t^2$, $y = t^2 - 2t + 1$. Suponiendo que t está dado en segundos y las coordenadas en metros, calcule:

- Las componentes rectangulares de la velocidad y su módulo en cualquier instante.
- Los tiempos en que la velocidad se anula.
- Las componentes rectangulares de la aceleración y su módulo en cualquier instante.
- Los tiempos en que la aceleración es paralela al eje y .

Problema 17. Una partícula se mueve en el plano $x - y$ de acuerdo a: $a_x = -(4\text{ cm/s}^2)\text{sen}(t)$, $a_y = (3\text{ cm/s}^2)\text{cos}(t)$. Si cuando $t = 0\text{ s}$, la posición es $x = 0\text{ cm}$, $y = -3\text{ cm}$ y la velocidad es $v_x = 4\text{ cm/s}$, $v_y = 0\text{ cm/s}$.

- Obtenga expresiones en función del tiempo para las componentes cartesianas de la velocidad. Calcule el valor de la velocidad en $t = \pi/4\text{ s}$.
- Encuentre la ecuación de la trayectoria.

Problema 18. * Desde el borde de una mesada se lanza con velocidad horizontal una esfera que luego de 0.45 s de vuelo golpea en el suelo en un punto situado a 53.2 cm respecto de la base de la mesada.

- Determine el módulo del vector velocidad con que fue lanzada la esfera y la altura de la mesada.
- Determine las coordenadas de la esfera 0.20 s después de efectuado el lanzamiento.
- Determine las componentes horizontal y vertical de su vector velocidad en el instante en que impacta en suelo.
- Realice las gráficas en función del tiempo para las componentes cartesianas de los vectores posición, velocidad y aceleración del cuerpo.

Problema 19. Un aeroplano que vuela horizontalmente, a una altura de 1 km , con una rapidez de 200 km/h , deja caer una bomba que debe dar en un blanco móvil que viaja, en su misma dirección y sentido, a con un rapidez de 20 km/h . ¿Cuál debe ser la distancia horizontal entre el aeroplano y el blanco en el instante en que éste suelta la bomba? Dé el valor del módulo y la dirección del vector velocidad en el instante de impacto. Resuelva el mismo problema para el caso en que el blanco móvil viaje en sentido opuesto al aeroplano.

Problema 20. Una partícula sigue una trayectoria circular en la que su rapidez aumenta en el tiempo.

- Grafique la trayectoria e indique en dos puntos diferentes de la misma los vectores velocidad y aceleración.
- Si se trata de un movimiento circular uniformemente variado ($\gamma = \text{cte}$), ¿el ángulo θ entre los vectores velocidad y aceleración, aumenta, disminuye o permanece constante en el transcurso del tiempo? Explique.

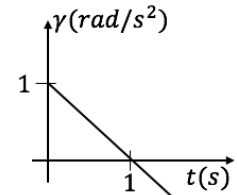
Problema 21. * Un disco cuyo diámetro es de 25.0 cm tiene una velocidad angular $\omega = 14.5\text{ rpm}$ uniforme.

- a) Calcule la velocidad lineal de un punto sobre el borde del disco y para un punto ubicado a 10 cm del eje de rotación.

En un dado momento, el disco comienza a frenar uniformemente deteniéndose en 20.14 segundos.

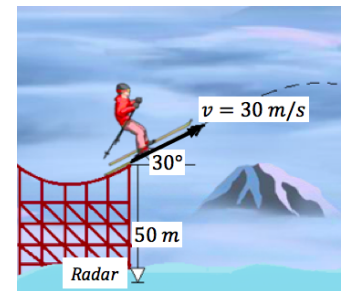
- b) Grafique γ , ω y θ en función del tiempo.
c) Calcule la velocidad y la aceleración (componentes tangencial y normal) de un punto situado sobre el borde del disco, cuando $t = 10.07\text{ s}$.

Problema 22. En un movimiento circular, la aceleración angular (γ) sigue la ley de la figura. Si al iniciar el movimiento, el cuerpo P estaba moviéndose a 3 m/s y el radio de la trayectoria es de 2 m .



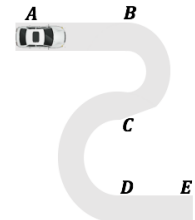
- a) Halle las expresiones para $\omega(t)$ y $\theta(t)$ y graficar.
b) Indique el instante en el que el cuerpo invierte el sentido del movimiento.
c) Calcule el desplazamiento de P sobre la trayectoria entre $t = 0\text{ s}$ y $t = 4\text{ s}$.
d) Calcule la distancia recorrida en el intervalo anterior.
e) Calcule la aceleración total en $t = 2\text{ s}$.

Problema 23. Un esquiador deja la rampa de salto de esquí con una rapidez de 30 m/s , formando un ángulo de 30° con la horizontal como se muestra en la figura. Respecto de la base de la rampa, el esquiador se encuentra a 50 m de altura en el instante en que se despega de la misma. Calcule:



- a) La altura máxima alcanzada por el esquiador.
b) La magnitud y dirección de la velocidad del esquiador en el momento que alcanza su altura máxima. El radio de curvatura en dicho instante.
c) Para el instante en que el esquiador justo abandona la pista, ubicando un radar en la base de la rampa y tomándolo como polo: calcule la aceleración angular y radial del esquiador vista desde dicho radar.

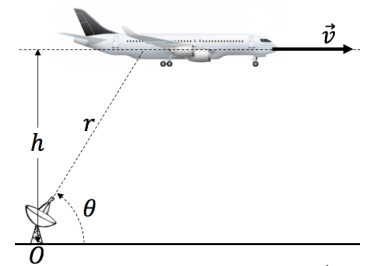
Problema 24. Un auto se desplaza con rapidez constante a lo largo del camino $ABCDE$. Las secciones AB y DE son rectas. Ordene las aceleraciones de los cuatro tramos de acuerdo a su magnitud de menor a mayor. Indicar los vectores aceleración en la trayectoria (uno por cada tramo).



Problema 25. * Una esfera de plástico es disparada con una rapidez de 4.89 m/s , desde una altura inicial $h_i = 27.5\text{ cm}$, formando un ángulo de 70° con la horizontal. Calcule:

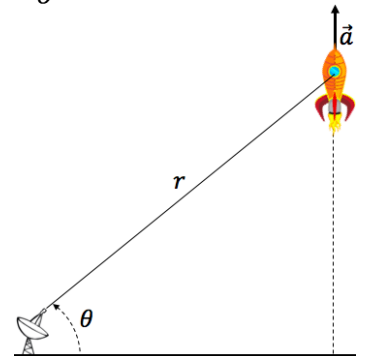
- a) El alcance horizontal.
b) El ángulo con que debería lanzarse la esfera para lograr un alcance horizontal máximo, con la misma rapidez inicial.
c) La altura máxima y el tiempo que tarda en alcanzar dicha altura, según sus datos iniciales.
d) El radio de curvatura de la trayectoria cuando la esfera **llega** a una altura de 35.0 cm respecto del suelo.
e) Si ubicamos un radar en el punto de disparo y lo tomamos como polo: calcule la velocidad y aceleración angular que tiene la esfera vista desde dicho polo cuando **alcanza** una altura de 35.0 cm .

Problema 26. A un avión, que vuela con una velocidad constante \vec{v} y a una altura de 8 km , se lo sigue con un radar localizado en O , exactamente debajo de la línea de vuelo. Si en ese instante el ángulo θ , del radio con la horizontal, disminuye a razón de 0.025 rad/s , determine:



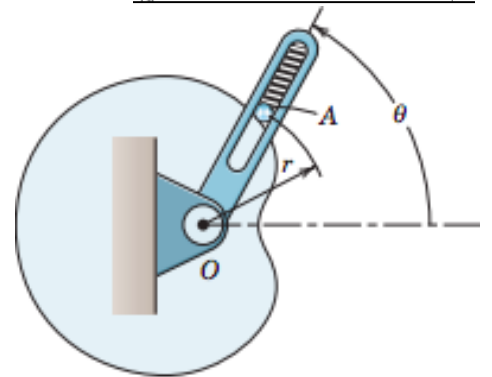
- La velocidad del avión.
- La componente radial del vector velocidad (para un polo en el radar).
- La variación temporal de la componente radial del vector velocidad.
- La aceleración angular del avión visto desde el radar.

Problema 27. Un cohete se dispara verticalmente y se lo sigue mediante la antena de radar ubicada en O . En el instante en que $\theta = 60^\circ$, las medidas obtenidas dan una aceleración vertical de 19.5 m/s^2 de modulo, una velocidad angular de 0.03 rad/s de modulo y una distancia $r = 7620\text{ m}$. Obtenga los valores de las segundas derivadas de r y θ .



Problema 28. El brazo ranurado es tal que el centro del rodillo A sigue el contorno de la cardioide definida por $r = b - c \cos \theta$ donde $b > c$.

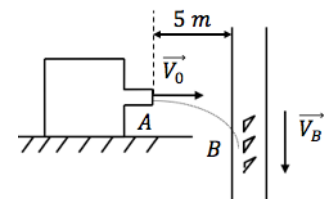
Determine la aceleración de A en función de θ si el brazo ranurado gira con una velocidad angular $\dot{\theta} = \omega$ en sentido antihorario.



Problema 29. Los instrumentos de un avión indican que, con respecto al aire, el avión se está moviendo hacia el Este con una rapidez de 525 km/h . Al mismo tiempo, un radar en Tierra indica que el avión se mueve con una rapidez de 490 km/h en dirección 8° hacia el Norte respecto del Este.

- Halle la magnitud y dirección de la velocidad del aire.
- Realice los gráficos vectoriales.

Problema 30. Se descarga agua del orificio A como se indica en figura, con una rapidez inicial de 10 m/s y hace impacto sobre una serie de aletas en B. Sabiendo que las aletas se mueven hacia abajo con una rapidez constante de 3 m/s , determine la velocidad y la aceleración del agua relativas a las aletas en B, justo antes del impacto.

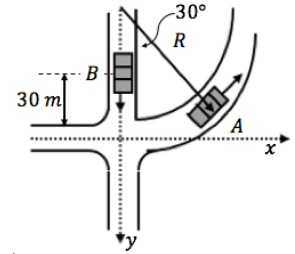


Problema 31. Un paquete se deja caer de un avión que vuela en línea recta con altitud y rapidez constantes. Si se pudiera desprestigiar la resistencia del aire ¿qué trayectoria del paquete observaría el piloto? ¿y una persona en Tierra? Determinar las componentes cartesianas de los vectores velocidad y aceleración del objeto en función del tiempo respecto a un sistema de referencia fijo a) al avión, b) a Tierra.

Problema 32. El coche A está tomando una curva de 60 m de radio con una rapidez constante de 48 km/h . Cuando A pasa por la posición indicada en la figura, formando un ángulo de 30° con la vertical, el automóvil B está a 30 m del cruce, moviéndose con una rapidez de 20 km/h hacia el Sur y

acelerando en el mismo sentido a razón de $1.2 m/s^2$.

- Calcule el módulo y la dirección de la velocidad que parece tener A cuando se lo observa desde B en ese instante.
- Calcule el módulo y la dirección de la aceleración que parece tener A cuando se lo observa desde B en ese instante.

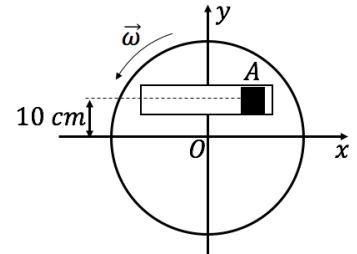


Problema 33. Un niño camina desde el borde hacia el centro de una plataforma (que gira con velocidad angular constante), con una velocidad de magnitud v_0 constante respecto de la plataforma.

- Grafique un sistema de referencia fijo a la plataforma e indique el vector velocidad del niño respecto al mismo.
- Determine el vector velocidad del niño respecto a un sistema de referencia fijo a Tierra. Determine sus componentes respecto a dicho sistema.
- El hecho de que la velocidad respecto de la plataforma sea constante, ¿significa que la aceleración absoluta del niño debe ser nula?

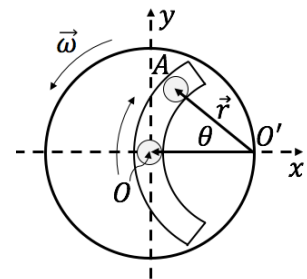
Problema 34. La corredera A se mueve en la ranura al mismo tiempo que el disco gira alrededor del punto O. En el instante considerado el disco gira a $5 rad/s$ con una aceleración angular de $10 rad/s^2$ en sentido contrario. Para un observador relativo a la ranura, la corredera está a $x = 7.5 cm$ alejándose del eje Y con una rapidez inicial de $10 cm/s$, que aumenta a razón de $15 cm/s^2$. Determine:

- La velocidad absoluta de A en componentes cartesianas. Dibuje sobre la figura los términos de velocidad relativa y el vector resultante pedido.
- Ídem para la aceleración de la corredera.



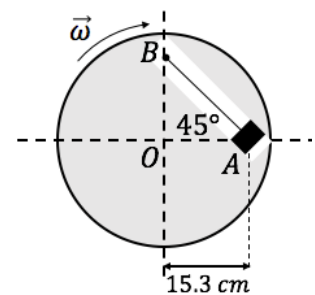
Problema 35. El disco, con una ranura circular de $20 cm$ de radio gira alrededor de O con una velocidad angular constante de $\vec{\omega} = (15 \hat{k}) rad/s$. Determine:

- La aceleración del cursor A, respecto de un sistema de referencia fijo a Tierra, en el instante que pasa por el centro del disco, si en ese caso $\dot{\theta}$ vale $12 rad/s$ y $\ddot{\theta}$ es 0.
- La aceleración del cursor en el instante que pasa por la posición determinada por $\theta = 30^\circ$ si en ese instante $\dot{\theta}$ vale $12 rad/s$ y $\ddot{\theta}$ es 0.



Problema 36. La corredera A encaja holgadamente en la ranura lisa, que está, en el instante considerado a 45° según se indica. En dicho instante el disco gira, en torno de su centro O, en dirección horaria con $6 rad/s$ de velocidad angular y tiene una aceleración angular en dirección antihoraria de $4 rad/s^2$. Si A tiene una rapidez de $15 cm/s$ hacia B que disminuye en forma constante a razón de $3 cm/s^2$ (medido respecto del disco).

- Calcule la velocidad angular del disco en función del tiempo.
- Determine la velocidad de la corredera A respecto de un sistema fijo a Tierra, para el instante considerado en la figura. Represente gráficamente este vector sobre la figura.
- Calcule la aceleración de A respecto de un sistema fijo a Tierra, para el instante considerado en la figura.



Algunas respuestas

- 1) b) 31 m/s , 119 m
 c) -25 m/s , 79.25 m
- 2) b) $t_{\text{encuentro}} = 0.5 \text{ hs}$
 e) 0.08 hs , 0.92 hs
- 3) 9.25 m
- 5) 18 s , 180 m
- 6) d
- 7) a) 400 cm
 b) 337.5 cm , -25 cm/s
 c) 1.47 cm/s^2
 d) -125 cm
- 11) $\pm\sqrt{1-2x^2}$, $x = \frac{1}{\sqrt{2}} \sin \sqrt{2}t$
- 12) $v(t) = v_0/(1 + kv_0t)$, $x(t) = (\frac{1}{k}) \ln(1 + kv_0t)$
 $v(x) = v_0 e^{-kx}$
 $v(t) = v_0 e^{-kt}$, $x(t) = (\frac{v_0}{k}) \ln(1 - e^{-kt})$
 $v(x) = v_0 - kx$
- 13) a) 37.3 m b) 7.4 m
 c) 77.5 m d) 11.6 m
- 14) a) 51.1 m
 b) 46 m
 c) 31.6 m/s "hacia abajo"
- 15) 3.02 s , 5.1 m
- 16) b) 1 s
 c) $a_x = 12t - 6$, $a_y = 2 \text{ m/s}^2$
 d) 0.5 s
- 17) $\left(\frac{x}{4}\right)^2 + \left(\frac{y}{3}\right)^2 = 1$
- 19) 714 m , $(55.5 \hat{i} - 140 \hat{j}) \text{ m/s}$, 872.7 m
- 23) a) 61.5 m
 b) $26 \text{ m/s} \hat{i}$, $\rho = 69 \text{ m}$
 c) $\ddot{\theta} = 0.31 \text{ s}^{-2}$, $\ddot{r} = 3.62 \text{ m/s}^2$
- 26) a) $(266.7 \hat{i}) \text{ m/s}$
 b) $v_r = \dot{r} = 133.3 \text{ m/s}$
 c) $\ddot{r} = 5.8 \text{ m/s}^2$
 d) $\ddot{\theta} = 7.2 \times 10^{-4} \text{ s}^{-2}$
- 27) $\ddot{\theta} = -1.84 \times 10^{-3} \text{ s}^{-2}$, $\ddot{r} = 23.7 \text{ m/s}^2$
- 28) $a = \omega^2 \sqrt{4c^2 - 4bc \cos \theta + b^2}$
- 29) $(-39.8 \hat{i} + 68.2 \hat{j}) \text{ km/h}$
- 30) $\vec{v}_{A/B} = (10.0 \hat{i} - 1.9 \hat{j}) \text{ m/s}$,
 $\vec{a}_{A/B} = (-g \hat{j}) \text{ m/s}^2$
- 32) a) $\vec{v}_{A/B} = (41.6 \hat{i} + 44.0 \hat{j}) \text{ m/s}$
 b) $\vec{a}_{A/B} = (-1.5 \hat{i} + 3.8 \hat{j}) \text{ m/s}^2$
- 34) a) $\vec{v}_A = (-40 \hat{i} + 37.5 \hat{j}) \text{ m/s}$
 b) $\vec{a}_A = (-72.5 \hat{i} - 225 \hat{j}) \text{ m/s}^2$
- 35) a) $\vec{a}_A = (-43.2 \hat{i}) \text{ m/s}^2$
 b) $\vec{a}_A = (-44.2 \hat{i} - 0.9 \hat{j}) \text{ m/s}^2$
- 36) a) $\omega = -6 \text{ s}^{-1} + 4 \text{ s}^{-2}t$
 b) $\vec{v}_A = (-10.6 \hat{i} - 81.2 \hat{j}) \text{ cm/s}$
 c) $\vec{a}_A = (-421.4 \hat{i} - 186.36 \hat{j}) \text{ cm/s}^2$

* Los problemas indicados con este asterisco serán comprobados experimentalmente en el laboratorio.