Trabajo Práctico Nº 05

Movimiento Circular. Movimiento uniforme y uniformemente acelerado. Aceleración normal. Y tangencial. Aceleración total. Fuerza centrípeta. Peralte.

1 La velocidad angular de un volante disminuye uniformemente desde 1.000 a 400 rpm., en 5 s. Hállense la aceleración angular y el número de revoluciones efectuado por el volante en el intervalo de 5 s. ¿Cuántos segundos más serán necesarios para que el volante se detenga?
$t = 3{,}3$ s.

2 Un volante de radio 30 cm parte del reposo y empieza a moverse con una aceleración angular constante de 0,50 rad/s^2. Hállense la aceleración tangencial, la aceleración normal y la aceleración resultante de un punto de su borde:
a) Al iniciarse el movimiento.
b) Después de haber girado un ángulo de 120°.
c) Después de haber girado 240°.
(a) $a_T = 0{,}15$ m/s^2, $a_N = 0$, a $= 0{,}15$ m/s^2; (b) $a_T = 0{,}15$ m/s^2, $a_N = 0{,}628$ m/s^2, $a = 0{,}646$ m/s^2; (c) $a_T = 0{,}15$ m/s^2, $a_N = 1{,}257$ m/s^2, $a = 1{,}266$ m/s^2.

3 Una rueda empieza a girar desde el reposo y acelera de tal forma que su velocidad angular aumenta uniformemente a 200 rpm. en 6 s. Después de girar algún tiempo con esta rapidez, se aplican los frenos y se detiene la rueda en 5 min. El número total de revoluciones de la rueda es de 3 100. Calcule:
a) El tiempo total de rotación.
b) El ángulo total que giró la rueda.
(a) $t = 1.083$ s; (b) $\theta = 6.200\,\pi$ rad.

4 La velocidad angular de un volante aumenta uniformemente de 20 rad/s a 30 rad/s en 5 s. Calcule:
a) La aceleración angular.
b) El ángulo total que ha girado.
(a) $\alpha = 2$ rad/s^2; (b) $\theta = 125$ rad

5 Un motor eléctrico gira a 1.800 rpm. y tiene sobre su eje tres poleas, de diámetros 5 cm, 10 cm y 15 cm respectivamente. Calcúlese la velocidad lineal en la superficie de cada polea, en metros por segundo. Las poleas pueden conectarse mediante una correa de transmisión a un conjunto análogo montado sobre otro eje: la de 5 cm a la de 15 cm, la de 10 cm a la de 10 cm y la de 15 cm a la de 5 cm. Hállense en revoluciones por minuto las tres velocidades posibles de rotación del eje.
$\omega_1 = 20\,\pi$ rad/s = 600 rpm.; $\omega_2 = 60\,\pi$ rad/s = 1.800 rpm.; $\omega_3 = 180\,\pi$ rad/s = 5.400 rpm.

6 Halle la velocidad y la aceleración centrípeta del electrón en un átomo de hidrógeno, suponiendo que la órbita es un círculo de radio 5×10^{-11} m y que el periodo del movimiento es de $1{,}5\text{x}10^{-16}$ s.
$v = 2{,}09 \times 10^6$, $a_C = 8{,}77 \times 10^{22}$.

7 El motor de un automóvil gira al ralentí a 500 rpm. Al apretar el acelerador, la velocidad angular aumenta a 3.000 rpm en 5 s. La aceleración se supone constante.
a) ¿Cuáles son las velocidades angulares inicia y final, expresadas en radianes por segundo?
b) ¿Cuál es la aceleración angular en rad/s^2?
c) ¿Cuántas revoluciones dio el motor durante los 5 s?
d) El volante del motor tiene 45 cm de diámetro. ¿Cuál es la velocidad lineal de un punto de su llanta cuando la velocidad angular es de 3.000 rpm?
e) ¿Cuál fue la aceleración tangencial de dicho punto mientras duró el movimiento acelerado?
f) ¿Cuál es la aceleración normal del punto cuando la velocidad angular es de 3.000 rpm?
(a) $\omega_i = 52{,}36$ rad/s, $\omega_i = 314{,}16$ rad/s; (b) $\alpha = 52{,}36$ rad/s^2; (c) $\theta = 112{,}5$ revoluciones (706,86 rad $\cong 225\,\pi$ rad); (d) $v = 70{,}69$ m/s. (e) $a_T = 11{,}78$ m/s^2; (f) $a_N = 22.184$ m/s^2.

8 Una piedra, cuya masa es de 0,4 kg, está atada a un extremo de una cuerda y una persona sostiene el otro extremo.

a) Si se hace que la piedra se mueva en un círculo horizontal de 0,8 m de radio con una velocidad angular de 80 rpm, ¿cuál es la magnitud de la fuerza que la cuerda ejerce sobre la piedra?

b) Si se rompe la cuerda cuando la tensión es mayor que 500 N, ¿cuál es la máxima velocidad angular posible de la piedra?

c) ¿Podemos ignorar el peso de la piedra?

(a) $T = 22{,}8$ N; (b) $\omega = 39{,}53$ rad/s; (c) Depende de la velocidad angular.

9 Un pequeño bloque de 1 kg de masa está atado a una cuerda de 0,6 m de largo y gira a 60 rpm en un círculo vertical. Calcule la tensión en la cuerda cuando el bloque está en:

a) El punto más alto del círculo.

b) En el más bajo.

c) Cuando la cuerda está horizontal.

d) Calcule la velocidad lineal que debe tener el bloque en el punto más alto para que la tensión en la cuerda sea cero.

Considerar ω cte. para los ítems a), b) y c).

Primeramente, se debe pasar la velocidad angular ω a rad/s.

$$\omega = 60\,\frac{\text{vueltas}}{\text{minuto}} \times \frac{2\pi\ \text{rad}}{\text{vueltas}} \times \frac{1\ \text{minuto}}{60\ \text{s}} = 2\pi\,\frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

(a) Realizamos un grafio para esta primera posición, Fig. 05-01a, de la misma deducimos las siguientes expresiones de acuerdo a la Segunda Ley de Newton:

$$\sum F_R = T + mg = ma_N \quad (1)$$

$$\sum F_T = 0 \quad (2)$$

De (1)

$$T = mg - ma_N = m(a_N - g)$$

Siendo $a_N = \omega^2 R$

$$T = m(\omega^2 R - g) = (1\ \text{kg})\left[\left(2\pi\,\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)^2 (0{,}6\ \text{m}) - 9{,}8\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right]$$

$$\boxed{T = 13{,}80\ \text{N}}$$

(b) Fig. 05-01b

$$\sum F_R = T - mg = ma_N \quad (3)$$

$$\sum F_T = 0 \quad (4)$$

$$T = m(\omega^2 R + g) = (1\ \text{kg})\left[\left(2\pi\,\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)^2 (0{,}6\ \text{m}) + 9{,}8\,\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right]$$

$$\boxed{T = 33{,}49\ \text{N}}$$

(c) Fig. 05-01c

$$\sum F_R = T = ma_N \quad (5)$$

$$\sum F_T = mg = ma_T \quad (6)$$

$$T = m\omega^2 R = \left(2\pi\,\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right)^2 (0{,}6\ \text{m})$$

$$\boxed{T = 23{,}69\ \text{N}}$$

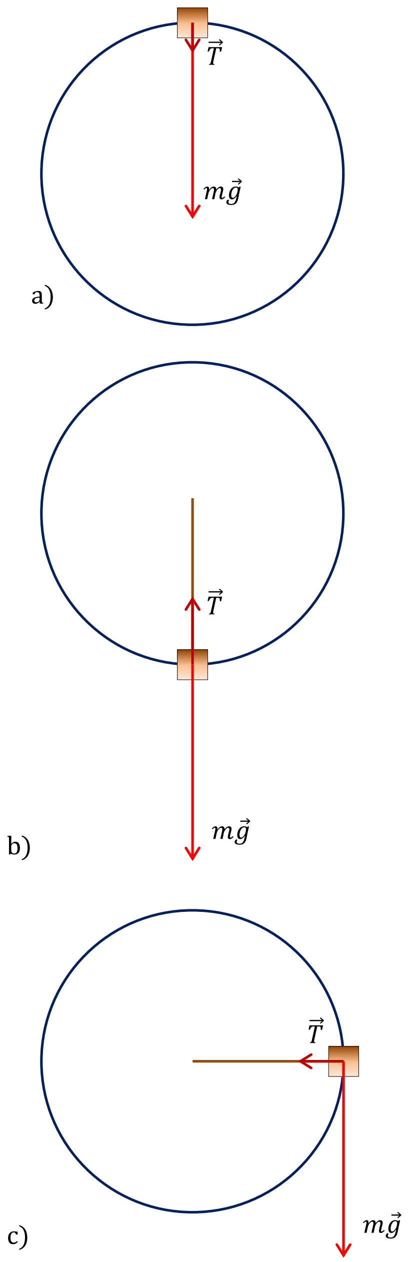

Fig. 05-01

(d) Para este ítem volvamos al primer gráfico, Fig. 05-01a, en la ecuación (1) T es ahora cero por lo que nos queda:

$$mg = m\frac{v^2}{R} \rightarrow v = +\sqrt{Rg} = +\sqrt{(0{,}6\ \mathrm{m})\left(9{,}8\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\right)}$$

$$\boxed{v = 2{,}42\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}$$

10 Una piedra de 1 kg de masa está atada en el extremo de una cuerda de 1 m de longitud y cuya tensión de ruptura es 500 N. Se hace girar la piedra de modo que describa una circunferencia sobre un tablero horizontal liso. El otro extremo de la cuerda se mantiene fijo. Hállese la máxima velocidad que puede alcanzar la piedra sin que se rompa la cuerda.
$\omega = 22{,}36$ rad/s.

11 Considere un péndulo cónico (Fig. 05-02) con una plomada de 80 kg en un alambre de 10 m formando un ángulo de 5° con la vertical. Determine:
a) Las componentes horizontal y vertical de la fuerza ejercida por el alambre sobre el péndulo.
b) La aceleración radial de la plomada.
(a) $T = (68{,}6\ \mathrm{N})\ \check{\mathbf{i}} + (784\ \mathrm{N})\ \check{\mathbf{j}}$; (b) $a_R = 0{,}857\ \mathrm{m/s^2}$.

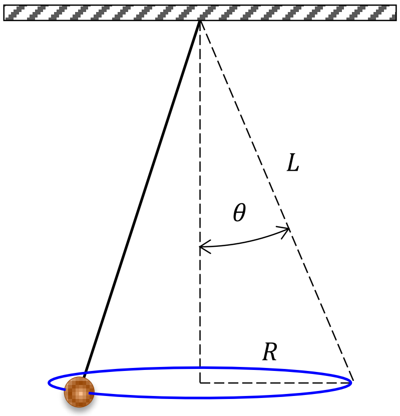

Fig. 05-02

12 Mientras dos astronautas estaban en la superficie de la Luna, un tercer astronauta la orbitaba. Suponga que la órbita es circular y se encuentra 100 km sobre la superficie de la Luna. Si la masa y el radio de la Luna son $7{,}40\times10^{22}$ kg y $1{,}70\times10^{6}$ m, respectivamente, siendo $\gamma = 6{,}67\times10^{-11}\ \mathrm{Nm^2/kg^2}$ determine:
a) La aceleración del astronauta en órbita.
b) Su velocidad orbital.
c) El periodo de la órbita.
(a) a =1,52 m/s²;(b) v = 1,66 km/s; (c) T = 6.820 s

13 Un carro (representado como una partícula en la Fig. 05-03) recorre una pista vertical, cuyo radio es R = 5 m. La fuerza de contacto entre el carro y el carril no debe superar el séxtuplo del peso del carro, m = 100 kg.
a) ¿Cuál será la velocidad del carro en la parte más baja (P_a)?
b) ¿Cuánto vale en ese punto la aceleración normal y tangencial?
c) ¿Cuál es la velocidad que debe tener en la parte superior (P_c) para que la fuerza de contacto que se ejerces en ese punto sobre el carro sea cero?
d) ¿Cuánto vale la aceleración normal, la tangencial y la fuerza de contacto en el punto P_d sí v = 12,25 m/s?
e) ¿Cuánto vale la aceleración normal, la tangencial y la fuerza de contacto en el punto P_e sí v = 14 m/s?

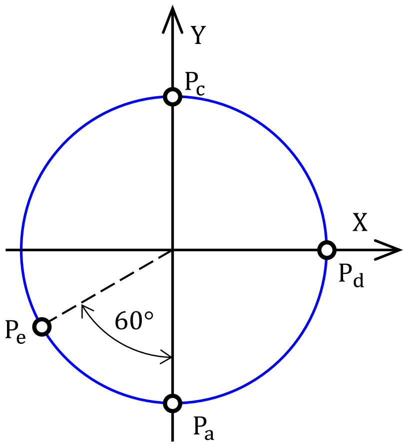

Fig. 05-03

(a) v = 15,65 m/s; (b) a_N = 49 m/s², a_T = 0 m/s²; (c) v = 7 m/s; (d) a_N = 30 m/s², a_T = 9,8 m/s², F_{Contacto} = 3.000 [N]; (e) a_N = 32,9 m/s², a_T = 8,49 m/s², F_{Contacto} = 44.100 [N].

14 Un automóvil de 1.500 kg que se mueve sobre un camino horizontal plano recorre una curva cuyo radio es 35 m, como en la Fig. 05-04. Si el coeficiente de fricción estático entre las llantas y el pavimento seco es 0,5. Encuentre la rapidez máxima que el automóvil puede tener para tomar la curva con éxito.
v = 13,1 m/s

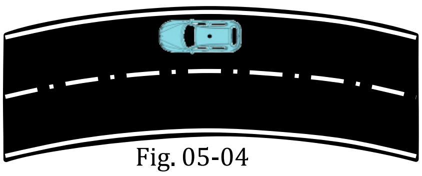
Fig. 05-04

15 Una curva de autopista de 300 m de radio no tiene peralte. Suponga que el coeficiente de fricción entre los neumáticos y el asfalto seco es de 0,75, entre los neumáticos y el asfalto mojado es de 0,50 y entre los neumáticos y el hielo es de 0,25. Determine la máxima velocidad con que se puede pasar la curva con toda seguridad en días secos, días lluviosos y días helados.
$v_{\text{Secos}} = 46{,}96\ \text{m/s}$; $v_{\text{lluviosos}} = 38{,}34\ \text{m/s}$; $v_{\text{helados}} = 27{,}11\ \text{m/s}$.

16 Una carretera tiene 13,6 m de ancho. Calcule la diferencia de nivel entre los bordes exteriores e interior del camino para que un coche sea capaz de viajar a 20 m/s (sin que experimente fuerzas laterales) por una curva de 600 m de radio.
$h = 0{,}923$ m.

17 Un ingeniero desea diseñar una rampa de salida curva para una ruta de manera tal que un auto no tenga que depender de la fricción para librar la curva sin patinar. Suponga que un auto ordinario recorre la curva con una velocidad de 13,4 m/s y el radio de la curva es 50 m. ¿Con qué ángulo debe peraltarse la curva?
$\theta = 20^{\text{o}}\ 06'$.

18 El bloque de 8 kg de la Fig. 05-05 está sujeto a una barra vertical mediante dos cuerdas. Cuando el sistema gira alrededor del eje de la barra, las cuerdas están tensas, según indica la figura.
a) ¿Cuántas vueltas por minuto ha de dar el sistema para que la tensión en la cuerda superior sea de 147 N?
b) ¿Cuál es entonces la tensión de la cuerda inferior?
(a) $\omega = 38{,}593$ r.p.m.; (b) $T_i = 49$ N.

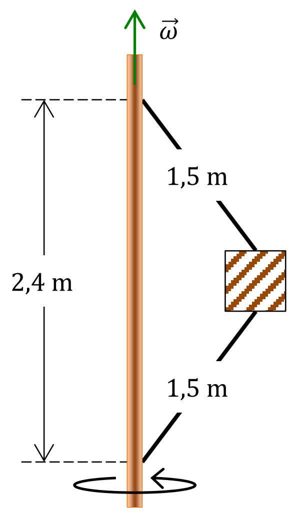

Fig. 05-05