

Mecánica Rotacional (MCU II)

Fuerza centrípeta

Si el movimiento que describe el cuerpo en la figura 1 es un MCU entonces tiene aceleración y concluimos, por la segunda ley de Newton, que sobre el cuerpo debe estar actuando una fuerza responsable de dicha aceleración. Tal fuerza tendrá la misma dirección y el mismo sentido que la aceleración $\vec{a}_c$, o sea, apuntará hacia el centro de la curva. Por este motivo, recibe el nombre de fuerza centrípeta ($\vec{F}_c$). Siendo m la masa del cuerpo en movimiento circular de radio R , podemos describir

$$\vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_c$$

O bien,

$$|\vec{F}_c| = m \cdot \frac{|\vec{v}_T|^2}{R}$$

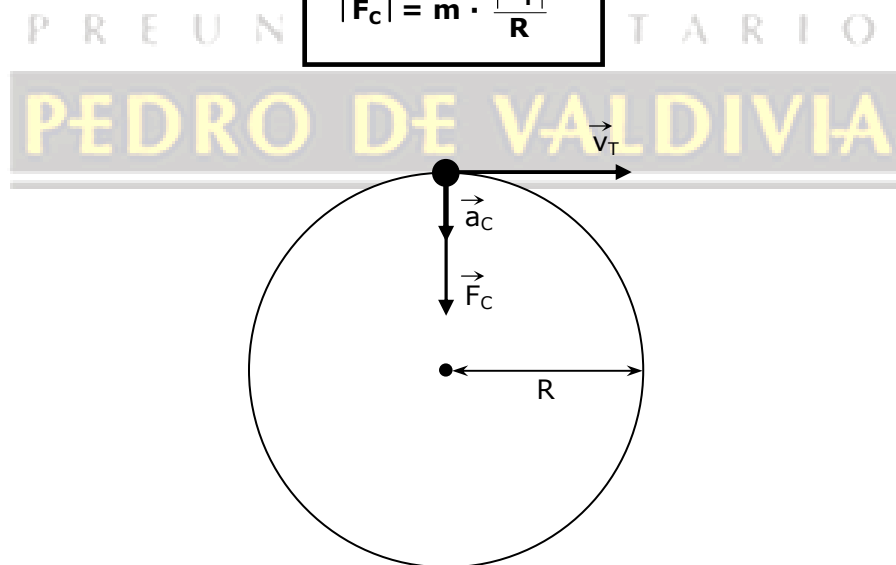


fig. 1

De acuerdo a lo visto anteriormente, la magnitud de la fuerza centrípeta también se puede expresar en función de la rapidez angular

$$|\vec{F}_c| = m \cdot \omega^2 \cdot r$$

Efecto de fuerza centrífuga

Cuando viajas en un automóvil, muchos de los movimientos que realiza tu cuerpo obedecen a la inercia del movimiento. Por ejemplo, el moverte hacia delante cuando el vehículo frena o hacia atrás cuando acelera. La inercia es la tendencia de los cuerpos a permanecer en el estado de movimiento en que se encuentran. Es decir, los movimientos descritos al viajar en un automóvil no se producen por la acción de una fuerza hacia delante o hacia atrás, sino por el efecto de la inercia.

A veces se le atribuye al movimiento circular uniforme una fuerza dirigida hacia fuera llamada fuerza centrífuga. Es cierto que cuando vamos en un vehículo y éste dobla hacia la izquierda, nuestro cuerpo tiende a irse hacia la derecha. Sin embargo, eso no se debe a ninguna fuerza, sino a la inercia de nuestro cuerpo que tiende a seguir en la trayectoria rectilínea que traía. Por lo tanto, el **efecto fuerza centrífuga no se atribuye a una fuerza real**, sino que a la inercia que hace que un cuerpo en movimiento tienda a desplazarse a lo largo de la trayectoria en línea recta.

Inercia rotacional

Es la tendencia de un cuerpo que está con un movimiento circular a seguir girando. Por ejemplo, si pensamos en un ventilador funcionando y en un momento decides apagarlo, te darás cuenta que las aspas siguen girando, lo cual es producto de la inercia de rotación.

La inercia de rotación depende de la distribución de la masa en torno al eje de rotación. Si en un cuerpo la mayoría de la masa está ubicada muy lejos del centro de rotación, la inercia rotacional será muy alta y costará hacerlo girar. Por el contrario, si la masa está cerca del centro de rotación, la inercia es menor y será más fácil hacerlo girar. La forma como se distribuye la masa de un cuerpo en relación a su radio de giro, se conoce como **momento de inercia (I)**.

Un cuerpo de masa m , que describe un movimiento circular uniforme de radio R , posee el siguiente momento de inercia:

$$I = m \cdot R^2$$

Momento angular

Si pensamos en el juego del "trompo", no es nada de fácil, pues requiere de mucha práctica para hacerlo bailar. Cuando se logra que el trompo gire, este mantiene su tendencia al movimiento rotatorio debido a su inercia rotacional. La rapidez con que gira y el tiempo que permanezca girando, dependen del momento de inercia.

Si el trompo gira muy rápido, se observa que mantiene su rotación en torno al eje vertical y si uno trata de empujarlo, siempre tendera a recuperar su eje de rotación. Esto ocurre porque el eje de rotación de un objeto no modifica su dirección, a menos que se le aplique un torque (giro o torsión) que lo haga cambiar.

La tendencia de un objeto que gira a conservar su eje de rotación, se debe a una característica de los sistemas rotatorios conocida como momento angular ($\vec{L}$). El momento angular apunta en la dirección del eje de rotación, produciendo una estabilidad de giro en ese eje. La magnitud del momento de angular ($|\vec{L}|$) del objeto, en función del momento de inercia (I) y la rapidez angular ω , se expresa de la siguiente forma:

$$|\vec{L}| = I \cdot \omega$$

Las unidades de medidas de las magnitudes anteriores son las siguientes:

$|\vec{L}|$ es la magnitud del momento angular y su unidad de medida es $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$.

I es el momento de inercia y su unidad de medida es $\text{kg} \cdot \text{m}^2$.

ω es la rapidez angular y su unidad de medida es rad/s .

Conservación del momento angular

Cuando un cuerpo se encuentra girando, su momento angular permanece constante a no ser que actúe una torsión externa (giro o torque) que lo haga modificar su estado de rotación. Esto significa, por ejemplo, que si se aumenta el momento de inercia, la rapidez angular disminuye de tal forma que el producto no varía.

La conservación del momento angular implica que si el torque externo es nulo, el momento angular final ($\vec{L}_f$) es igual al momento angular inicial ($\vec{L}_i$).

$$\vec{L}_i = \vec{L}_f$$

O bien, en magnitud

$$I_i \cdot \omega_i = I_f \cdot \omega_f$$

Por ejemplo si un objeto que gira, la masa se acerca al eje de rotación, disminuyendo así su momento de inercia, este girará más rápido. Por el contrario, si la masa se concentra lejos del eje, aumentando así su momento de inercia, la rotación será más lenta. Pueden cambiar I y ω pero el producto será constante.

EJEMPLOS

1. Un auto de 700 kg viaja con una rapidez constante de 5π m/s, en una pista circular de 40 m de diámetro. ¿Cuál es la fuerza, medida en N, que la pista ejerce sobre el vehículo?

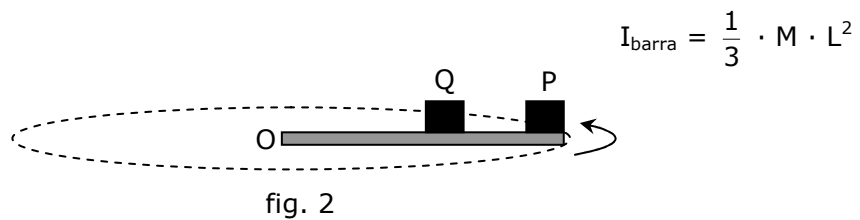
A) $437,5\pi$
 B) $437,5\pi^2$
 C) $875,0\pi$
 D) $875,0\pi^2$
 E) $350.000\pi^2$

2. Un motociclista gira describiendo una circunferencia de radio R con una frecuencia de rotación constante. Al día siguiente decide practicar en otro circuito circular cuyo radio es R/2, pero aumentará la frecuencia de rotación al doble, entonces la nueva fuerza, F_2 comparada con la del día anterior, F_1 será

A) $4F_1$
 B) $2F_1$
 C) F_1
 D) $F_1/2$
 E) $F_1/4$

3. La figura 2 muestra una barra que está girando en torno de uno de sus extremos, sobre la barra se aprecian dos masas iguales, P y Q, cada una igual a M/4 y se pueden considerar como puntuales. Si la masa P está a una distancia L respecto al punto de giro O y la masa Q está a una distancia L/2 del mismo punto, entonces el momento de inercia del sistema respecto al punto de giro es

A) $ML^2/3$
 B) $5ML^2/16$
 C) $5ML^2/48$
 D) $15ML^2/3$
 E) $31ML^2/48$



4. Un niño rota en una silla giratoria con sus brazos extendidos horizontalmente sosteniendo dos bolones de acero, uno en cada mano, entonces al encoger sus brazos se observa que:
- I) La rapidez angular aumenta.
 II) El momentum angular disminuye.
 III) El momento de inercia permanece constante.

Es (son) correcta(s)

A) Sólo I
 B) Sólo II
 C) Sólo III
 D) Sólo I y III
 E) I, II y III

PROBLEMAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE

1. Se encuentra un objeto girando horizontalmente con rapidez constante en torno a un punto O, entonces es correcto que

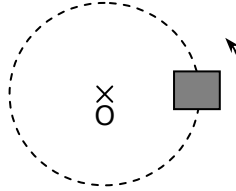


fig. 3

- A) existe una fuerza, que mueve al cuerpo, cuyo sentido es el del movimiento.
 B) no existe fuerza neta sobre el cuerpo.
 C) debe existir una fuerza en contra del movimiento.
 D) la fuerza neta es perpendicular al sentido de movimiento.
 E) hay puntos de la trayectoria donde la fuerza cambia de valor.
2. Un cuerpo gira con movimiento circular uniforme, y en un momento dado se duplica la fuerza que actúa sobre él y también se duplica su órbita, entonces su rapidez

- A) aumenta cuatro veces.
 B) disminuye a la cuarta parte.
 C) aumenta al doble.
 D) disminuye a la mitad.
 E) permanece igual.

3. Si las ruedas de radio R_1 y R_2 de la figura 4, tienen rapidez angular ω_1 y ω_2 , y períodos T_1 y T_2 , respectivamente, entonces de las relaciones

$$\begin{aligned} \text{I)} \quad & \frac{R_1}{\omega_1} = \frac{R_2}{\omega_2} \\ \text{II)} \quad & \frac{T_1}{R_1} = \frac{T_2}{R_2} \\ \text{III)} \quad & \frac{R_2}{f_1} = \frac{R_1}{f_2} \end{aligned}$$

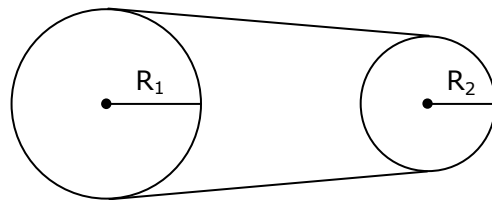


fig. 4

Es (son) **falsa(s)**

- A) Sólo I
 B) Sólo I y II
 C) Sólo I y III
 D) Sólo II y III
 E) I, II y III

4. Un disco de 24 cm de diámetro tiene un chicle pegado en un punto que equidista del centro y del borde del disco. Se observa que el chicle se mueve a 18π cm/s, entonces la frecuencia en RPM será

A) 0,375
 B) 0,750
 C) 33,500
 D) 45
 E) 90

5. Una persona empuja una caja en una trayectoria circular, con rapidez constante (ver figura 5). Si la superficie tiene roce, entonces la fuerza neta que ejerce el roce del piso sobre la caja al pasar por el punto P, está mejor representada por el vector indicado por

A) A
 B) B
 C) C
 D) D
 E) E

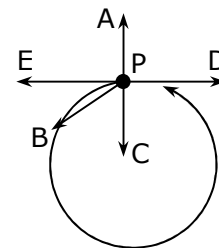


fig. 5

6. Un satélite que orbita la Tierra es mantenido en su órbita gracias a las fuerzas gravitacionales. Si se quisiera incrementar el tiempo que tarda en dar una vuelta completa, entonces se puede

A) incrementar sólo la masa del satélite.
 B) disminuir sólo la masa del planeta.
 C) disminuir sólo el radio de la órbita.
 D) disminuir sólo el radio del planeta.
 E) no es posible incrementarlo.

7. Dos niños se suben a dos caballos de carrusel que gira con MCU. Anita de masa **M** está ubicada a 4 m del eje y Benito de masa **2M** está ubicado a 2 m. Si este experimenta una fuerza centrípeta de módulo F, entonces Anita experimenta otra igual a

A) $F/4$
 B) $F/2$
 C) F
 D) $2F$
 E) $4F$

8. Respecto a los movimientos de rotación es verdadero que
- el momento angular siempre se conserva.
 - el momento de inercia solo depende de la cantidad de masa y no como esta se distribuye respecto al eje de rotación
 - sino varía el momento angular entonces al aumentar el momento de inercia debe disminuir la frecuencia de giro.
 - el momento angular es una magnitud escalar.
 - un torque externo no puede hacer variar el momento angular de un sistema.
9. En un parque de diversiones, Juan esta sentado en el borde de una plataforma que gira libremente con MCU. Si él se arrastra hacia el centro de rotación, entonces para el sistema Juan – plataforma se observa que
- L y ω disminuyen.
 - L y ω aumentan.
 - ω disminuye y L aumenta.
 - L constante y ω disminuye.
 - L constante y ω aumenta.
10. En un laboratorio se observa que L es el momento angular para una masa que se mueve con MCU, respecto al punto O (ver figura 6). Si se duplica la masa y el radio de giro se reduce a la mitad manteniendo constante su velocidad angular, entonces su nuevo momento angular será

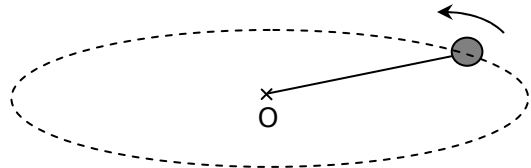


fig. 6

- $L/4$
 - $L/2$
 - L
 - $2L$
 - $4L$
11. En una pista de hielo se observa una patinadora que rota, con sus brazos extendidos y perpendiculares al eje vertical que pasa por su cabeza. Al encoger sus brazos se observa que el momento de inercia
- y el momentum angular aumentan.
 - disminuye y el momentum angular aumenta.
 - aumenta y el momentum angular permanece constante.
 - disminuye y el momentum angular permanece constante.
 - permanece constante y el momentum angular disminuye.

12. Un disco A gira libremente con una rapidez angular ω_0 cuando se deja caer sobre el un disco B que no gira. Inmediatamente después de la colisión los dos giran como una unidad. Considerando que los momentos de inercia para los discos están en la razón $\frac{I_A}{I_B} = \frac{4}{1}$, es correcto afirmar que la rapidez angular final del sistema es

- A) $\frac{1}{5} \omega_0$
- B) $\frac{1}{4} \omega_0$
- C) $\frac{2}{3} \omega_0$
- D) $\frac{3}{4} \omega_0$
- E) $\frac{4}{5} \omega_0$

13. Si una partícula A tiene el doble de momento de inercia que otra partícula B, entonces esta última tiene:

- I) La mitad de la masa de A y el doble de su radio de giro.
- II) El doble de la masa de A y la mitad de su radio de giro.
- III) La mitad de la masa de A y la mitad de su radio de giro.

Es (son) incorrecta(s)

- A) sólo I.
- B) sólo II.
- C) sólo III.
- D) sólo I y II.
- E) sólo I y III.

CLAVES DE LOS EJEMPLOS

1D 2B 3E 4A

DMDFM-10

Puedes complementar los contenidos de esta guía visitando nuestra web
<http://www.pedrodevaldivia.cl/>