

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,

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

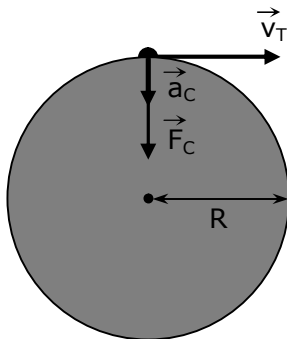


fig. 1

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, en ausencia de torques externos netos.

EJEMPLOS

1. Una piedra de masa M gira de modo que describe igual cantidad de vueltas en un mismo tiempo. El módulo de su velocidad tangencial es B , considerando que el diámetro de las vueltas que describe es de valor D entonces la fuerza centrípeta sobre la piedra es

- A) MB^2
- B) $2MBD^2$
- C) MB/D^2
- D) $2MB^2/D$
- E) $MB^2D/2$

2. Una masa m está precariamente adherida en el borde de una rueda de madera. La rueda gira verticalmente con movimiento circular uniforme y da 10 vueltas en 12 s, en sentido antihorario. El radio de la rueda es de 2 m y justo cuando la masa está pasando por el punto P se desprende de la rueda ¿Cuánto tiempo subirá la masa después de desprenderse?

(use $g = 3$)

- A) 1 s
- B) 2 s
- C) 3 s
- D) 4 s
- E) 5 s

PREUNIVERSITARIO
PEDRO DE VALDIVIA

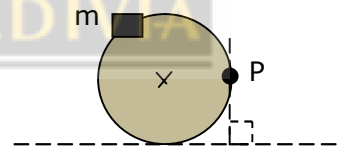


fig. 2

3. ¿Qué sucede con el momento de inercia I_0 de una pequeña masa m que estaba girando a una distancia R respecto a un punto, pero luego redujo esta distancia a un cuarto de R ?

- A) no cambia.
- B) disminuye a $I_0/4$.
- C) disminuye a $I_0/8$.
- D) disminuye a $I_0/16$.
- E) aumenta a $4I_0$.

4. ¿En cuál de las siguientes situaciones no está presente el momento angular?

- A) la Tierra girando en torno al Sol.
- B) un electrón gira en torno al núcleo de un átomo.
- C) un auto dando vueltas en una rotonda.
- D) la rueda de una bicicleta que avanza en línea recta.
- E) un cuerpo cae libremente desde lo alto de un edificio.

PROBLEMAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE

1. Un disco de vinilo, D_1 , está girando con MCU y al mismo tiempo otro disco, D_2 , idéntico al anterior está cayendo verticalmente. Finalmente el disco cae y quedan los dos girando en torno al mismo eje. Al comparar los momentos angulares antes y después de la caída, se afirma que se conserva el momento angular del

- I) disco D_1
- II) disco D_2
- III) sistema formado por ambos discos.

Es (son) **incorrecta(s)**

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

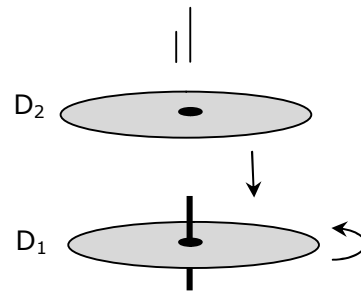


fig. 3

2. Tres objetos idénticos giran con MCU en torno de un punto O, ver figura 4. Están unidos debido a que están insertados en una delgada varilla, y la separación entre ellas es $R/3$, donde R es el radio de la circunferencia. Entonces se cumple que

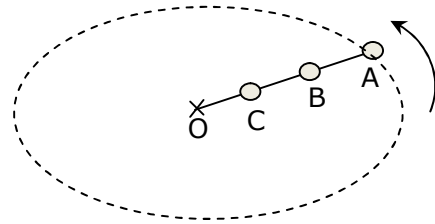


fig. 4

- A) todos tienen igual velocidad angular.
 - B) todos tienen igual velocidad tangencial.
 - C) de ellos el que demora menos en dar una vuelta es el cuerpo C.
 - D) todos tienen igual aceleración centrípeta.
 - E) ninguna de las anteriores.
3. Un objeto de masa M describe 20 vueltas, de radio R , en 5 s. Debido a esto tiene un momentum angular L . Otro objeto idéntico al anterior pero de masa $M/2$ describe 40 vueltas, de radio $R/2$ en 5 s, por lo tanto su momentum angular es

- A) $L/4$
- B) $L/2$
- C) L
- D) $2L$
- E) $4L$

4. Un cuerpo está describiendo un movimiento circular y su velocidad es variable, entonces necesariamente
- I) tiene aceleración tangencial.
 - II) su fuerza neta es hacia el centro de la circunferencia.
 - III) la fuerza neta sobre el cuerpo es variable.

Es (son) correcta(s)

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

5. Un auto está girando con MCU en una rotonda y en cierto instante decide cambiar la magnitud de su velocidad. Después de haber cambiado, nuevamente continúa con MCU solo que ahora la fuerza neta sobre él es el cuádruplo de la anterior. Por lo tanto su rapidez

- A) disminuyó a la cuarta parte.
- B) disminuyó a la mitad.
- C) se duplicó.
- D) se cuadruplicó.
- E) creció 8 veces.

6. Una moto posee MCU al girar horizontalmente sobre las paredes de un contenedor, ubicado en un escenario de un recinto lleno de público. Respecto al público, como sistema de referencia, se afirma que

- I) la fuerza que ejerce la pared del contenedor sobre la moto corresponde a la fuerza centrípeta.
- II) existe una fuerza sobre la moto que se ejerce en forma radial hacia afuera.
- III) es nula la fuerza neta sobre la moto.

Es (son) correcta(s)

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

7. Un pájaro de 500 g de masa, está describiendo en el aire un MCU tardando 18 s en pasar por un mismo punto. Si el radio de su trayectoria es de 81 m entonces la magnitud de la fuerza centrípeta sobre él es (use $\pi = 3$)

- A) 2,5 N
- B) 4,5 N
- C) 16,0 N
- D) 36,0 N
- E) 80,0 N

8. Dos objetos idénticos V y W están pegados sobre una plataforma que gira horizontalmente con MCU. V da 5 vueltas en 20 s y la razón entre los radios es $R_V:R_W$ como 4:1. Por lo tanto la razón entre las fuerzas centrípetas sobre V y W es

- A) 1:2
- B) 1:4
- C) 2:1
- D) 4:1
- E) 8:1



fig. 5

9. 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) correcta(s)

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

10. En un parque de diversiones, Juan esta sentado en el borde de una plataforma que gira libremente, debido a un impulso inicial, en forma horizontal con MCU. Si él se arrastra hacia el centro de rotación, entonces para el sistema Juan – plataforma se observa que

- A) L y ω disminuyen.
- B) L y ω aumentan.
- C) ω disminuye y L aumenta.
- D) L constante y ω disminuye.
- E) L constante y ω aumenta.

11. 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

- A) $L/4$
- B) $L/2$
- C) L
- D) $2L$
- E) $4L$

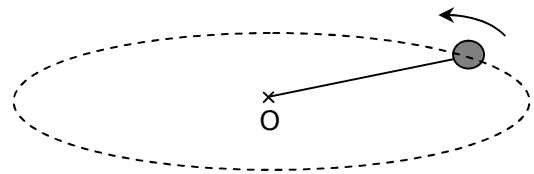


fig. 6

12. En todo movimiento circular existe una fuerza centrípeta, de ella se afirma que

- I) solo actúa cambiando la dirección de la velocidad.
- II) si el movimiento es circular y uniforme, necesariamente la velocidad y la fuerza centrípeta son perpendiculares.
- III) la fuerza gravitacional entre la Tierra y el Sol es la fuerza centrípeta para este caso.

Es (son) correcta(s)

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

CLAVES DE LOS EJEMPLOS

1 D 2 A 3 D 4 E

DMDOFM-11

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