



GUÍA DE EJERCICIOS N°4 **Movimiento Circunferencial Uniforme**

Ideas claves

- Un cuerpo en Movimiento Circunferencial Uniforme (MCU) describe una trayectoria circunferencial y se mueve a rapidez constante.
- El movimiento circunferencial se puede describir en términos de la coordenada angular, la velocidad angular, el periodo y la frecuencia.
- Si bien la rapidez es constante para un cuerpo en MCU, el vector velocidad cambia de dirección a lo largo de la trayectoria, siendo siempre tangente a esta y denominada como velocidad tangencial.
- Aunque el Movimiento Circunferencial Uniforme que describe un cuerpo sea con rapidez constante, este posee una componente de aceleración llamada aceleración centrípeta, que tiene su origen en el constante cambio de dirección del vector velocidad. La aceleración centrípeta apunta siempre hacia el interior de la trayectoria circunferencial, en dirección radial.

Habilidades matemáticas básicas

- Conversión de unidades.
- Cálculo en una variable.

Recuerda:

- Todos los resultados deben ser reportados en Sistema Internacional de Unidades.
- Evalúa el orden de magnitud del resultado y justifica la respuesta.

Preguntas conceptuales

- 1) Imagina que ingresas a trabajar en una fábrica de electrodomésticos y que, en tu primer día de trabajo, te piden que averigües la forma en que se debería modificar el periodo de rotación del motor de una lavadora para triplicar la magnitud de su aceleración centrípeta, ¿qué debes responder para resolver lo que se te ha planteado? (Respuesta: Si T_1 es el periodo de rotación original del motor y T_2 el periodo cuando se obtiene el triple de aceleración centrípeta, entonces, $T_2 = \frac{1}{\sqrt{3}} T_1$)
- 2) Un DVD comienza a girar desde el reposo y se acelera hasta la frecuencia angular de operación del reproductor. Compara la velocidad angular y la aceleración centrípeta cuando el DVD ya está en el régimen de operación para: a) un punto en la orilla del DVD y b) a la mitad de la distancia entre el centro y la orilla. Realiza lo mismo para la velocidad tangencial. (Respuestas: a) Si R es el radio se tiene $\omega = \frac{v}{R}$; $a_r = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$; $v = \omega R$, b) $\omega = \frac{2v}{R}$; $a_r = \frac{2v^2}{R} = \frac{\omega^2 R}{2}$; $v = \omega \frac{R}{2}$)



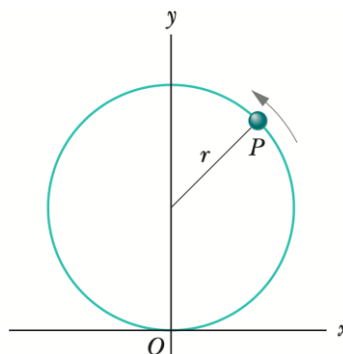
Ejercicios de evaluación de órdenes de magnitud

- 3) Cuando una gran estrella se convierte en una supernova, su núcleo puede ser altamente comprimido hasta convertirse en una estrella de neutrones que puede colapsar en un radio del orden de los kilómetros. Si la estrella completa una revolución en cada segundo, a) ¿cuál es el orden de magnitud de la velocidad de una partícula en el ecuador de la estrella? b) ¿Cuál es el orden de magnitud de la aceleración centrípeta? (Respuestas: a) $10^3 \frac{m}{s}$, b) $10^{-3} \frac{m}{s^2}$)
- 4) ¿Una partícula, que se mueve con rapidez instantánea de 3 m/s en una trayectoria con 2 m de radio, podría tener una aceleración de 6 m/s² de magnitud? b) ¿Podría tener una aceleración de magnitud $|\vec{a}| = 4 \text{ m/s}^2$? En cada caso, si la respuesta es sí, explica cómo puede ocurrir y si la respuesta es no, explica por qué. (Respuestas: la aceleración es de magnitud 4,5 m/s², entonces; a) Para que la aceleración pueda ser de 6 m/s² hay al menos estas dos opciones: 1- $v = 3 \frac{m}{s}$ y $r = 1,5 \text{ m}$, 2- $v = 2\sqrt{3} \frac{m}{s}$ y $r = 2 \text{ m}$. b) Para que la aceleración pueda tener una magnitud de 4 m/s² hay al menos estas dos opciones: 1- $v = 3 \frac{m}{s}$ y $r = 2,25 \text{ m}$, 2- $v = 2\sqrt{2} \frac{m}{s}$ y $r = 2 \text{ m}$.)

Ejercicios de MCU en coordenadas cartesianas

- 5) Una partícula se mueve circunferencialmente en el plano x-y con rapidez constante. En el instante $t_1 = 4 \text{ s}$, la partícula se encuentra en el punto de coordenadas (5,6) m, con velocidad $3 \hat{j} \text{ m/s}$ y aceleración en la dirección x positiva. En el instante $t_2 = 10 \text{ s}$ la partícula tiene velocidad de $-3 \hat{i} \text{ m/s}$ y una aceleración en la dirección y positiva. Al respecto, ¿cuáles son las coordenadas x e y del centro de la trayectoria circunferencial si $t_2 - t_1$ es menor que un periodo? (Respuesta: (8,82 ; 6) m)

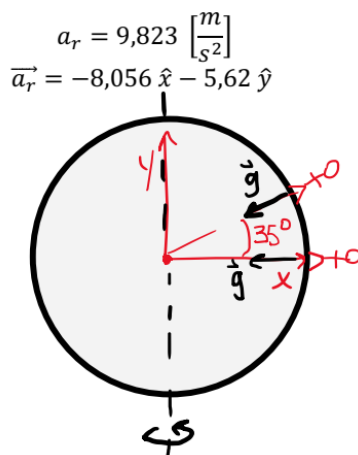
- 6) Una partícula P describe una circunferencia de radio $r = 3 \text{ m}$ y completa una revolución cada 20 s. Si la partícula pasa por el punto O en $t = 0 \text{ s}$, determine el vector posición en los instantes a) 5,0 s, b) 7,5 s y c) 10 s. A su vez, para el intervalo [5,10] s d) determine el desplazamiento y la velocidad promedio. (Respuestas: a) $\vec{r} = 3\hat{x} + 3\hat{y}$, b) $\vec{r} = 2,12\hat{x} + 5,12\hat{y}$, c) $\vec{r} = 6\hat{y}$, d) $4,71 \text{ m}$ y $\frac{3\pi}{10} \frac{m}{s}$)





Problemas

- 7) En el Centro de Investigación Ames de la NASA, se utiliza el enorme centrifugador "20-G" para probar los efectos de aceleraciones muy elevadas ("hipergravedad") sobre los pilotos y los astronautas. En este dispositivo, un brazo de 8,84 m de largo gira en torno a uno de sus extremos en un plano horizontal, mientras el astronauta se encuentra sujeto con una banda en el otro extremo. Suponga que el astronauta está alineado en el brazo con su cabeza en el extremo exterior. La aceleración máxima sostenida a la que los seres humanos se han sometido en esta máquina comúnmente es de 12,5g. a) ¿Qué tan rápido debe moverse la cabeza del astronauta para experimentar esta aceleración máxima? b) ¿Cuál es la diferencia entre la aceleración de su cabeza y pies, si el astronauta mide 2 m de altura? c) ¿Qué tan rápido, en rpm, gira el brazo para producir la aceleración sostenida máxima? (Respuestas: a) $32,9 \frac{m}{s}$, b) $(12,5g - 9,67g = 2,83g = 27,7 \frac{m}{s^2})$, c) 35,5 rpm)
- 8) La Tierra gira sobre su eje una vez cada 24 horas, de modo que los objetos en su superficie ejecutan un MCU alrededor del eje con un período de 24 horas. Considere solo el efecto de esta rotación en una persona sobre la superficie terrestre (ignora el movimiento orbital de la Tierra alrededor del Sol). a) ¿cuál es la velocidad y cuál es la magnitud de la aceleración de una persona parada en el ecuador terrestre? b) ¿cuál es la dirección del vector de aceleración? c) ¿cuál es la rapidez y la magnitud de la aceleración de una persona parada en la superficie terrestre a 35° N de latitud? d) ¿cuál es el ángulo entre la dirección de la aceleración de la persona a 35° N y la dirección de la aceleración de la persona en el ecuador, si ambas personas tienen la misma longitud? (Respuestas: a) $463,31 \frac{m}{s}$ y $(0,034 + 9,8) \frac{m}{s^2}$, b) hacia el centro de la Tierra, c) $379,52 \frac{m}{s}$ y $(0,028 + 9,8) \frac{m}{s^2}$ y d) ver siguiente figura.





- 9) Un ciclista pedalea haciendo que sus ruedas giren a una tasa de 200 revoluciones por minuto. Durante una parte del trayecto, el ciclista mantiene esta frecuencia constante hasta que sus ruedas hayan dado exactamente 1000 revoluciones. Considerando que la bicicleta es aro 26¹ determine a) la ecuación de itinerario de la coordenada angular que describe una partícula sobre el borde de la rueda, b) la aceleración centrípeta, c) la velocidad tangencial, d) la ecuación de itinerario de la posición de la bicicleta en el tiempo, e) el camino recorrido por la bicicleta luego una vez que han pasado 2 min. (Respuestas: a) si la ecuación tiene la forma $\theta(t) = \theta_0 + \omega t + \frac{1}{2} \alpha t^2$, entonces, en este caso $\theta(t) = 6,66\pi \left(\frac{\text{rad}}{\text{s}}\right) t + 144,55 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) t^2$, b) $a_r = 144,55 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, c) $v = 6,91 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, d) $x(t) = vt = 6,91 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) t$, e) 829,2 m)

Referencias

Algunos ejercicios de esta guía se basan en los siguientes libros:

- Bauer, W., & Westfall, G. D. (2011). *Física para ingeniería*. México: McGraw Hill.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2013). *Fundamentos de física*. John Wiley & Sons.
- Sears F.W., Zemansky M.W., Young H.D., Freedman R.A. (2004) *Física Universitaria*, (11a ed. vol. I). Addison Wesley Longman, México, 2004.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2009). *Física: Para ciencias e ingeniería con Física Moderna* (7a. ed. vol. I). México D.F.: Cengage.
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2007). *Física para científicos e ingenieros*. Macmillan.

¹ Considere que el número del aro indica el diámetro de la rueda en pulgadas y que una pulgada es igual a 2,54 cm.