

Dinámica – parte 4– Movimiento Circular Uniforme.*

Este es una clase de movimiento que se caracteriza por la descripción de una trayectoria circular. Se puede observar en gran cantidad de fenómenos y de sistemas, por ejemplo, la rotación del tambor del lavarropas durante el proceso de centrifugado: si se realiza una marca en el borde del tambor, ésta describirá un movimiento de esta clase cuando se acciona el centrifugado. Las ruedas de un automóvil o el borde de las aspas de un molino describen también trayectorias circulares.

Una característica de este movimiento es que el objeto se mantiene equidistante de un punto, el punto central de la circunferencia, esa distancia que separa al objeto del punto es el radio de la circunferencia

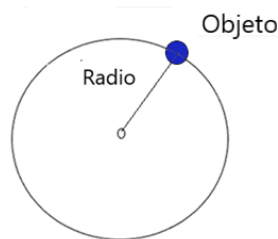


Figura 1: trayectoria circular

Características de una trayectoria circular

Toda trayectoria circular, como se comentó anteriormente, posee un radio, el objeto se traslada conservando equidistancia respecto del centro de la circunferencia, esta trayectoria implica frecuentemente una cantidad de ciclos pasando el objeto por el mismo punto en intervalos de tiempo iguales. Es un tipo de movimiento donde se puede predecir fácilmente la posición de un objeto en distintos instantes de tiempo, se puede conocer su periodo y frecuencia siempre que se mantenga ese movimiento. Si se piensa en el planeta Tierra, su movimiento de translación es cercano a una circunferencia (en realidad es una elipse donde es mínima la diferencia entre sus diámetros mayor y menor) y se puede predecir con buena aproximación en qué punto de su órbita alrededor del Sol se encontrará el planeta, por ejemplo, el primer día del mes de octubre. Estos movimientos se denominan periódicos.

Leyes de la Dinámica:

Se han estudiado las Leyes de Newton, en Dinámica y se ha comprobado que estas leyes permiten comprender un conjunto de fenómenos físicos que involucran fuerzas aplicadas a objetos másicos. Las masas afectadas perciben una aceleración que modifica su velocidad inicial, incrementándola o disminuyéndola, o en otros casos la velocidad permanece constante. Se va a estudiar el Movimiento Circular Uniforme (MCU) que describe un objeto como consecuencia de ser sometido a fuerzas y se determinará la causa de su trayectoria circular.

La palabra uniforme se aplica aquí al movimiento que muestra a la partícula pues su rapidez (es decir, el valor del módulo de la velocidad) se mantiene constante.

Ahora, la velocidad como vector permanece constante? El vector velocidad en realidad no es constante porque su dirección y sentido varían en cada instante del movimiento:

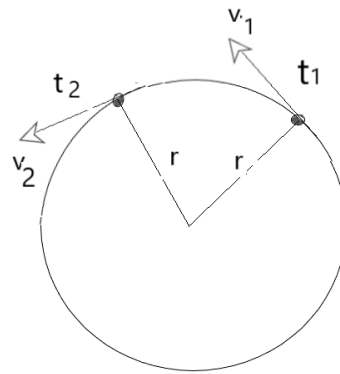
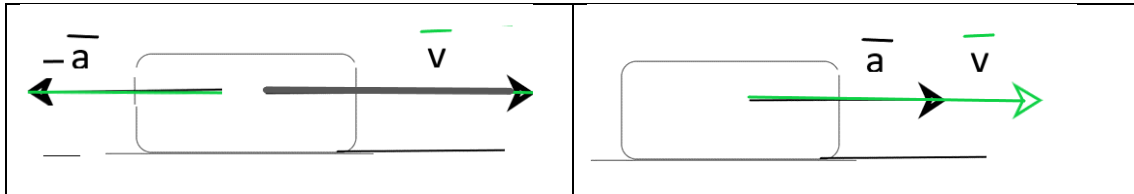


Figura 2: vectores velocidad en dos instantes distintos

Se puede ver claramente que ambos vectores v_1 y v_2 son distintos, si bien el módulo es igual, porque sus direcciones y sentidos son diferentes. Por qué cambia el vector velocidad? Una variación de la velocidad se asocia a un vector aceleración aplicado a la partícula que se translada en MCU. Se ha estudiado, en clases anteriores, que el vector aceleración incrementa o disminuye la velocidad del móvil al que se aplica:



Figuras 3: vectores aceleración y velocidad a) distinto sentido, b) igual sentido

Los vectores están en la misma dirección y sentido opuesto (izquierda) y mismo sentido (derecha) y el resultado es una disminución o aumento de la velocidad, en la dirección horizontal. Pero, en el caso de MCU, evidentemente también se observa variación de velocidad, entonces hay un vector aceleración aplicado. La cuestión es: cómo está aplicado ese vector?

En este caso el vector aceleración forma con la dirección del vector velocidad un ángulo de $\frac{\pi}{2}$ radianes (90°) con el vector velocidad proyectándose en el sentido radial, generando este movimiento de la partícula, denominado MCU. En este movimiento varían la dirección y el sentido del vector velocidad solamente, permaneciendo el módulo constante. A esa aceleración se le denomina 'centrípeta' porque se dirige hacia el centro de la circunferencia. Su expresión es:

$a_c = \frac{v^2}{r}$	(1)
-----------------------	------------

Aplicando la 2ª Ley de Newton a este caso:

$\sum F = m_p \cdot a_c \Rightarrow \sum F = m_p \cdot \frac{v^2}{r}$	(2)
Expresión para fuerzas centrípetas	

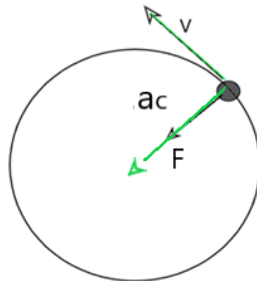


Figura 4: posición del vector a_c respecto del vector v

Variables del Movimiento Circular:

Hay variables propias que se aplican a éste y otras clases de movimiento donde se verifica periodicidad, que se refiere al tiempo en que se repite el paso de una partícula por el mismo punto de una trayectoria. Una de esas variables se denomina Periodo (T). El periodo es el tiempo que una partícula tarda en pasar nuevamente por un punto de la trayectoria y se mide en la unidad de tiempo (segundos).

La frecuencia (f) indica la cantidad de veces que se repite un fenómeno en la unidad de tiempo. Por ejemplo, el paso del objeto de la figura 4 por un mismo punto de la trayectoria. Se mide en Hertz: segundos⁻¹. La frecuencia es la inversa del Periodo:

$f = \frac{1}{T}$	(3)
-------------------	-----

Ejemplos de Dinámica del MCU

- 1) Se considera el siguiente ejemplo: se tiene una bola atada a una cuerda y se la hace girar en el plano horizontal:

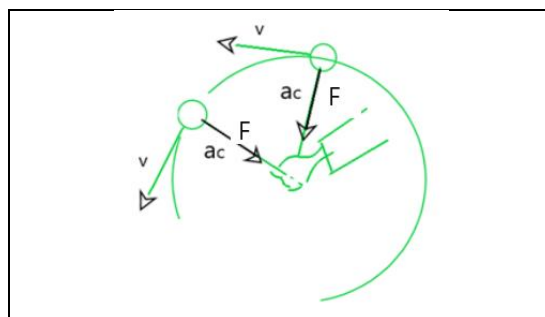


Figura 5: bola atada a una cuerda

La tensión (F) se proyecta sobre la cuerda en el sentido centrípeto y genera el movimiento circular.

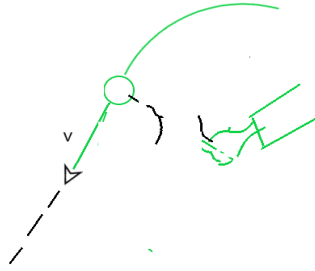
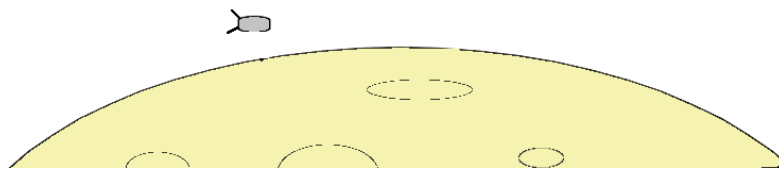


Figura 6: cuerda que se corta y la bola sale despedida

Si la cuerda se corta, la tensión (F) desaparece y la bola sale proyectada pues no hay más tensión aplicada, sin ella desaparece la aceleración centrípeta y cesa el movimiento circular.

- 2) Un astronauta orbita la Luna en una nave que se encuentra a unos 100 km sobre su superficie, donde la aceleración de la gravedad es de $1,52 \text{ m/s}^2$. El radio lunar es de $1,7 \times 10^6 \text{ m}$. La nave (con el astronauta incluido) tiene una masa de 1500 kg. Se sabe que $1/5$ parte de esa órbita representan 2136,41 km. Los motores de la misma se encuentran apagados, no obstante la nave se desplaza con rapidez constante:
 - a) Por qué se desplaza?
 - b) Determine la rapidez orbital del astronauta.
 - c) Qué fuerza está aplicada sobre la nave?
 - d) Determine su periodo y la frecuencia en órbita alrededor de la Luna.



La nave está sometida al campo de gravedad lunar, que aplica una fuerza cuya aceleración es $1,52 \text{ m/s}^2$

- a) La fuerza peso de la nave tiene dirección radial dirigida hacia el centro lunar (centrípeta). La aceleración es en este caso la gravedad del satélite. Esa aceleración es centrípeta, por lo tanto genera su desplazamiento circular en torno a la Luna.

$$a_c = \frac{v^2}{r} \Rightarrow v = \sqrt{a_c \cdot r} = 1607,5 \text{ m/s}$$

b)

c)

$$F = m_N \cdot a_c = 2280 \text{ N}$$

- d) Si la quinta parte de la órbita son 2136,41 km, ($2,14 \cdot 10^6 \text{ m}$), la órbita completa comprende $10,68 \cdot 10^6 \text{ m}$:

La velocidad de la nave es de $1607,50 \text{ m/s}$, luego recorrerá una órbita completa en 6645,10 segundos ó 110,70 minutos.

- e) La frecuencia es la inversa del periodo: $f = 9,36 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1}$

Referencias:

- 1- Serway, R. Jewett, J. 'Física para Ciencias e Ingeniería' Vol 1 - 7ª Edición. Cap. 6. (Cengage- Learning) (2008).