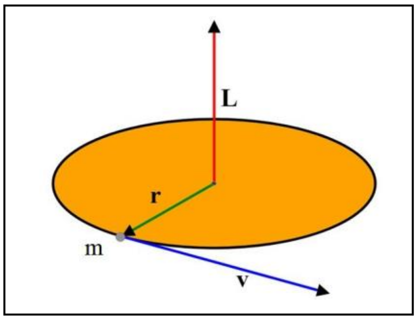
LA TRASLACIÓN DE LOS PLANETAS Y EL MOMENTO ANGULAR

Hemos visto que los planetas o satélites efectúan movimientos elípticos o casi circulares, es decir, curvilíneos.
Además recordamos que existe una magnitud que nos informa del estado de movimiento de un cuerpo en traslación. Dicha magnitud es el momento lineal o cantidad de movimiento, $\vec{p}$: $\quad \vec{p} = m \cdot \vec{v}$

Sin embargo, esta magnitud presenta un problema práctico a la hora de tratar la traslación en movimiento curvilíneos: no permanece constante en el transcurso del movimiento, pues aunque su módulo pudiese no variar (que sí lo hace), su dirección nunca permanece constante.

Dado que la forma habitual de proceder en física es explicar los fenómenos en función de la constancia o regularidad de ciertos parámetros o magnitudes debemos encontrar una magnitud que permanezca constante en el movimiento planetario. Dicha magnitud, también vectorial, es el **momento angular**, llamado igualmente **momento cinético**, $\vec{L}$.

MOMENTO ANGULAR



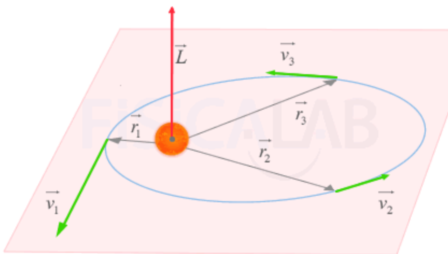
Si un cuerpo o partícula de masa m se mueve con una velocidad $\vec{v}$ y tiene una posición $\vec{r}$ con respecto a un origen determinado, podemos definir el momento angular, $\vec{L}$, de dicho punto en relación con ese origen como el producto vectorial de su posición por su momento lineal. Es decir: $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = \vec{r} \times m \cdot \vec{v}$

Observamos un detalle importante en relación con esta magnitud: no es una magnitud exclusiva del cuerpo, sino que depende del origen de referencia que se escoja.

En general, en el caso de los movimientos curvilíneos alrededor de un punto, ese punto será el origen con respecto al cual definiremos el momento angular de un cuerpo. Según todo esto:

- La dirección de $\vec{L}$ es perpendicular al plano que forman $\vec{r}$ y $\vec{p}$ (o $\vec{v}$).
- El sentido de $\vec{L}$ puede determinarse mediante la regla de la mano derecha (o mediante la regla del tornillo),
- El módulo de $\vec{L}$ viene dado por la expresión: $L = m \cdot v \cdot r \cdot \text{sen}\alpha$. La unidad del momento angular en el S.I. es $kg \cdot m^2 \cdot s^{-1}$.

CONSERVACIÓN DEL MOMENTO ANGULAR



Vamos a ver cómo varía el momento angular de un cuerpo celeste que orbita alrededor de otro.

Si el momento angular se define como $\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = \vec{r} \times m \cdot \vec{v}$, entonces la variación del momento angular respecto al tiempo será:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \frac{d(\vec{r} \times m \cdot \vec{v})}{dt} = \frac{d\vec{r}}{dt} \times (m \cdot \vec{v}) + \vec{r} \times \frac{d(m \cdot \vec{v})}{dt} = \vec{v} \times (m \cdot \vec{v}) + \vec{r} \times (m \cdot \vec{a}) = \{\vec{v} \times (m \cdot \vec{v}) = 0\} = \vec{r} \times (m \cdot \vec{a}) = \vec{r} \times \vec{F} = 0$$

El producto vectorial $\vec{r} \times \vec{F}$ es cero porque el vector de posición y la fuerza gravitatoria (de naturaleza centrípeta) son perpendiculares, por lo que al calcular el módulo de $\vec{r} \times \vec{F}$: $|\vec{r} \times \vec{F}| = r \cdot F \cdot \text{sen}\alpha = r \cdot F \cdot \text{sen}90^o = 0$

Esto supone que cuando un planeta se traslada alrededor de su estrella (o un satélite orbita alrededor de un astro) su momento angular permanece constante.

La conservación del momento angular sirve para demostrar la 2ª Ley de Kepler o Ley de las Áreas "Las áreas barridas por los radiovectores que unen el Sol y el planeta, son proporcionales a los tiempos empleados en barrerlas. Esto quiere decir que la velocidad aerolar es una constante".

EJERCICIOS:

1) Mercurio describe una órbita elíptica alrededor del Sol. En el afelio su distancia al Sol es de $6{,}99\ 10^{-10}$ m, y su velocidad orbital es de $3{,}88\ 10^4\ ms^{-1}$, siendo su distancia al Sol en el perihelio de $4{,}60\ 10^{10}$ m.
    a) Calcula la velocidad orbital de Mercurio en el perihelio.
    b) Calcula el módulo de su momento lineal y de su momento angular en el perihelio

    Datos: masa de Mercurio= $3{,}18\ 10^{23}$ kg y masa del Sol=$1{,}99\ 10^{30}$ kg

    Solución: a) $5{,}90\ 10^4\ m\ s^{-1}$ b) $p=1{,}88\ 10^{28}\ kg\ m\ s^{-1}$ y $L=8{,}63\ 10^{38}\ kg\ m^2 s^{-1}$

2) Un satélite artificial tiene una órbita elíptica de manera que cuando está en el perigeo a 10500 km de distancia del centro de la Tierra su velocidad es de 7580 ms^{-1}. ¿Cuál será la velocidad cuando esté en el apogeo a 15000 km de la Tierra?

Solución: 5306 m s^{-1}