# Momento y energía

En física, se entiende el momento como la cantidad de movimiento. Generalmente se puede hablar de dos tipos de momentos, el momento lineal y momento angular, dependiendo del tipo de movimiento.

## Momento

### Momento lineal

El momento lineal es un vector, expresado por la letra *p*, con la misma dirección y sentido que el vector velocidad y cuyo módulo se puede obtener a partir de la siguiente ecuación:

$$p = m \cdot \mathrm{v}$$

El momento lineal no tiene unidades propias, y se mide en el SI en *kg·m/s*.

Una de las consecuencias de la tercera ley de Newton es que en cualquier interacción entre dos cuerpos el momento total se mantiene. Esto se observa fácilmente en el retroceso de un cañón. Antes del disparo, el momento total es cero, ya que ni el proyectil ni el cañón están en movimiento. El proyectil adquiere cierta velocidad y, consecuentemente cierto momento. Para que el momento total siga siendo cero, el cañón debe tener un momento negativo, debido a una velocidad en sentido contrario a la del proyectil. Aunque el cañón tiene menor velocidad que el proyectil, tiene mayor masa, lo cual iguala ambos momentos.

$$p_c + p_p = 0$$

$$m_c \mathrm{v}_c = -m_p \mathrm{v}_p$$

### Momento angular

El momento angular se aplica para el estudio de los movimientos curvilíneos. El momento angular se define en base a un punto de giro y es, por lo tanto, una magnitud relativa. El momento angular también es un vector, expresado por la letra *L*, que se define como el producto vectorial del vector posición y el vector momento:

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p}$$

El vector posición, $r$, es el vector que une el punto de giro y el cuerpo estudiado.

Para el caso de una partícula puntual el módulo del momento angular se puede expresar como:

$$L = m \cdot r \cdot \mathrm{v} \cdot \sin\theta$$

Donde r es la distancia entre el punto de giro y la partícula, y θ es el ángulo entre el vector posición y el vector velocidad. Para un movimiento circular, θ siempre valdrá 90°, y por tanto el momento angular será igual a:

$$L = m \cdot r \cdot \mathrm{v}$$

Al igual que el momento lineal, el momento angular total siempre se conserva. Esto permite a las bicicletas permanecer erguidas, ya que cualquier desviación causaría un cambio en el momento angular del giro de sus ruedas.

# Energía

## Energía cinética

La energía cinética es la energía que posee un cuerpo debido a su movimiento. Al igual que todas las energías, su unidad en el SI es el J:

$$J = N \cdot m = kg \cdot \frac{m^2}{s^2}$$

Partiendo de la definición de la energía en función del trabajo realizado e integrando, se puede demostrar que la energía cinética de un cuerpo es igual a:

$$E_c = \frac{1}{2} m\mathrm{v}^2$$

## Energía potencial gravitatoria

La energía potencial es debida a la presencia de un cuerpo dentro de un campo gravitatorio. La energía potencial gravitatoria de un cuerpo se puede transformar en energía cinética y viceversa, pero salvo que el cuerpo salga de la esfera de influencia gravitatoria (alcance una distancia “infinita”) siempre tendrá una determinada energía potencial. La ecuación de la energía potencial se obtiene a partir de la ecuación de la fuerza gravitatoria, y es:

$$E_p = -G \cdot \frac{M_T m}{R}$$

Es importante destacar que la energía potencial es inversamente proporcional a la distancia entre los cuerpos, mientras que la fuerza gravitatoria es inversamente proporcional al *cuadrado* de la distancia que los separa.

La suma de la energía potencial y la cinética es conocida como la energía mecánica, y se conserva siempre que no haya ninguna clase de rozamiento y el cuerpo se halle dentro de un campo de fuer

## Velocidad de escape

Uno de los usos de la energía potencial es poder calcular la velocidad de escape para un planeta determinado. La velocidad de escape se define la velocidad mínima necesaria para salir del campo gravitatorio del planeta. En ese punto, a una distancia infinita del planeta, la energía potencial sería cero, al igual que la energía cinética (ya que queremos calcular la velocidad mínima).

$$E_p + E_c = 0$$

Dado que la energía mecánica se debe conservar, la suma de la energía cinética más la energía potencial en el punto de partida también debe ser cero:

$$-G \cdot \frac{M_T m}{R} + \frac{1}{2} m \mathrm{v}^2 =$$

$$G \cdot \frac{M_T m}{R} = \frac{1}{2} m \mathrm{v}^2$$

A partir de ahí, resulta inmediato despejar la velocidad de escape conociendo los datos de la masa y el radio del planeta. Obviamente este calculo desprecia el rozamiento con la atmosfera, lo cual no sería válido para numerosos planetas, incluyendo a la Tierra.

## Ejercicio 1:

La imagen de la derecha muestra la acorazado USS Iowa disparando una andanada con todos sus cañones. Mucha gente piensa que el retroceso de los cañones es suficientemente poderoso como para mover el barco lateralmente. El USS Iowa cuenta con nueve cañones capaces de disparar un proyectil de 1.225 kg a una velocidad de 761 m/s cada uno. sabiendo que la masa total del acorazado son 58.400 t, calcula la velocidad final del barco, asumiendo que no hay rozamiento con el agua.

*(El movimiento aparente del barco que se muestra en la imagen realmente es debido a la onda explosiva de los cañones, no al movimiento del barco)*

## Ejercicio 2:

La sonda espacial japonesa *Hayabusa* fue la primera en llegar a un asteroide y devolver muestras del mismo a la Tierra. Al asteroide que visitó, llamado Itokawa, tiene una masa de $3{,}5 \cdot 10^{10}$ kg, y un diámetro medio de 330 m. Calcula la velocidad de escape del asteriode.