

DINÁMICA

Decir que cada especie de cosa está dotada de una cualidad específica oculta por la cual actúa y produce efectos manifiestos, equivale a no decir nada; pero derivar de los fenómenos de la naturaleza dos o tres principios generales de movimiento, y acto seguido explicar de qué modo se deducen de estos principios manifiestos las propiedades y acciones de todas las cosas corpóreas, sería dar un gran paso. **ISAAC NEWTON**

No había pasado un año de la muerte de Galilei, cuando nació en Inglaterra Isaac Newton, quien a la edad de 23 años, y basándose en los trabajos que había realizado Galileo, enuncia los **principios de la dinámica** rompiendo definitivamente con la tradición del pensamiento aristotélico. Estas leyes son tres y determinan completamente el comportamiento de un cuerpo al moverse o permanecer en reposo.

La primera de ellas, conocida como el **principio de inercia**, concuerda con la idea de Galileo respecto a que en ausencia de fuerzas actuantes sobre un cuerpo en movimiento éste continuaría en movimiento.

El principio de Inercia

Todo cuerpo tiende a permanecer en el estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme a menos que sea obligado a cambiar ese estado por fuerzas que se le apliquen.

Por lo tanto este principio establece que se requiere cierta fuerza para cambiar la velocidad de un cuerpo pero no para que ésta se mantenga. Dicho de otra manera un cuerpo continuará en reposo (si estaba quieto) o en MRU (en el caso de estar moviéndose) si sobre el mismo no actúa ninguna fuerza o si la resultante de las que actúan es nula. Esto terminó con la teoría aristotélica del movimiento, que establecía que para mantener su velocidad un cuerpo necesitaba constantemente una fuerza y de lo contrario se detendría. Se requiere una fuerza para poner en movimiento cualquier objeto que se halle en reposo, pero una vez iniciado el movimiento el cuerpo continuará moviéndose sin que tenga ninguna fuerza aplicada (o que si de haberlas la resultante de las mismas sea nula).

Principio de masa

Galileo sabía que dos cuerpos de diferentes pesos (como dos piedras) caían con la misma aceleración pero no pudo explicar el por qué, Newton no sólo explicó el movimiento de los cuerpos en caída libre, sino el de cualquier otro tipo de movimiento y determino que conocidas las fuerzas aplicadas sobre cualquier cuerpo podríamos describir exactamente su movimiento.

Comprobó que aplicadas sobre un mismo cuerpo distintas fuerzas se obtenían distintas aceleraciones, pero el cociente entre las fuerzas aplicadas y las aceleraciones respectivas obtenidas siempre era el mismo:

$$\frac{F_1}{a_1} = \frac{F_2}{a_2} = \frac{F_3}{a_3} = \dots = k \quad k = m$$

(y llamó masa - m - a esa constante)

El principio de Acción y Reacción

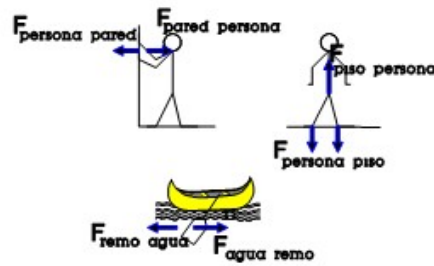
Además, en el tercer principio o **principio de interacción**, entendió que el concepto de fuerza establecía una interacción del cuerpo con el medio ambiente que lo rodea.

Las fuerzas que actúan sobre un cuerpo provienen de otros cuerpos que constituyen su medio ambiente. Una fuerza es un aspecto de la interacción mutua entre dos objetos. Esta propiedad de las fuerzas fue establecida por Newton en su tercera ley del movimiento:

A toda acción se opone una reacción igual y contraria, o en otras palabras, las acciones mutuas entre dos cuerpos son siempre iguales y dirigidas en sentidos contrarios.

Newton descubrió que cualquier hecho que implique la aplicación de una fuerza establece una interacción recíproca entre el cuerpo que ejerce la fuerza y el que la recibe, de modo que en la naturaleza las fuerzas se presentan siempre de a pares, una de las fuerzas corresponde a la **acción** y la otra a la "respuesta" o **reacción**.

Si nos colocamos cerca de una pared y la empujamos, vemos que la pared también nos empuja. Si estuviésemos parados sobre patines podríamos impulsarnos empujando la pared con lo que recibiríamos la reacción de la misma sobre nuestras manos y saldríamos despedidos. Al saltar en forma vertical ejercemos una fuerza sobre el piso hacia abajo y el piso responde aplicando una fuerza sobre nosotros hacia arriba. Lo mismo obviamente ocurre cuando estamos de pie. Cuando remamos empujamos con nuestros remos el agua hacia atrás, ésta responde ejerciendo una reacción hacia delante que nos hace avanzar. Al caminar nuestros pies empujan el piso hacia atrás recibiendo entonces una reacción hacia delante, de no existir la fuerza de fricción nos resultaría imposible caminar ya que el piso no podría impulsarnos hacia adelante (si dudás intentá correr sobre hielo).

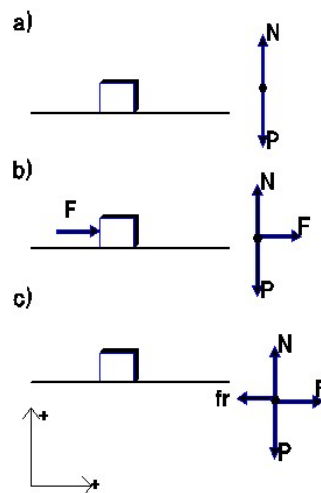


Todos estos ejemplos ponen de manifiesto que las fuerzas son interacciones mutuas, o sea actúan en parejas, de igual intensidad, igual dirección y de sentido contrario. Una de ellas sobre uno de los cuerpos y la otra en el que interacciona con él.

Ejemplo:

La figura muestra un cuerpo de 2 kg de masa sobre una superficie horizontal. Determinar en cada uno de los siguientes casos las fuerzas que están aplicadas y la aceleración que estas le provocan al cuerpo:

- El cuerpo permanece en reposo.
- Se le aplica una fuerza horizontal de 8 N y se desprecia el roce.
- Además de la fuerza de 8 N existe una fuerza de roce de 6 N.



- a)** Si el cuerpo está en reposo su aceleración es cero. En este caso sabemos que la fuerza neta sobre el mismo es nula. Esto implica que o bien no actúa ninguna fuerza sobre el mismo o actúan varias pero se cancelan. Sabemos que actúan el peso de cuerpo, dirigido hacia abajo y que tendrá un valor de

$$P = m \cdot g = 2 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 20 \text{ N}$$

¿Cuál es la fuerza que cancela a esta? Es obvio que debe existir otra ya que si sólo actuase el peso el cuerpo se aceleraría hacia abajo. ¿Con qué cuerpo/s interactúa nuestro cuerpo? Con el piso, ya que este lo está sosteniendo, de manera que ejerce sobre el cuerpo una fuerza de dirección normal (perpendicular) a la superficie (Fpiso-cuerpo)) que a menudo es llamada normal.

En este caso su módulo es igual al de la fuerza peso o sea 20 N.

- b)** Al aplicarle al cuerpo la fuerza de 8 N el diagrama de fuerzas será el que muestra la figura b) en donde a las fuerzas del caso anterior debemos agregarle esta nueva acción. Como las fuerzas verticales se cancelan, la resultante será de 8 N en la dirección horizontal, de modo que el cuerpo se acelerará en ese sentido con una aceleración de valor:

$$\sum F = m \cdot a \Rightarrow F = m \cdot a \Rightarrow 8 \text{ N} = 2 \text{ kg} \cdot a \Rightarrow a = 4 \text{ m/s}^2$$

- c)** Finalmente si le agregamos la fuerza de roce el sistema de fuerzas queda como se lo muestra en la figura c) en donde también se cancelan las fuerzas de dirección vertical y se obtiene una fuerza neta de 2 N de dirección horizontal y sentido positivo. La aceleración será:

$$\sum F = m \cdot a \Rightarrow F - Fr = m \cdot a \Rightarrow 8 \text{ N} - 6 \text{ N} = 2 \text{ kg} \cdot a \Rightarrow a = 1 \text{ m/s}^2$$

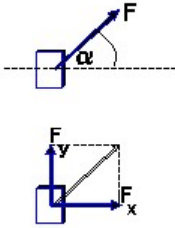
Descomposición de una fuerza en dos direcciones

No necesariamente las fuerzas que actúan sobre un cuerpo tendrán dirección horizontal o vertical, en general podrán tener cualquier dirección y sentido.

Cuando tengamos una fuerza de dirección oblicua descompondremos ésta en dos componentes: una de dirección horizontal (o en la dirección del movimiento) y otra en la vertical (o perpendicular al movimiento) como se indica en la figura. Para conocer el valor de cada componente debemos aplicar las siguientes expresiones:

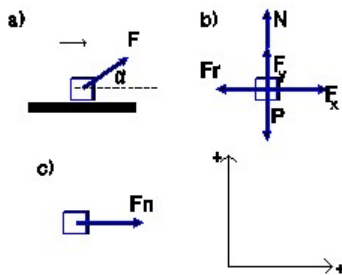
$$F_x = F \cdot \cos \alpha$$

$$F_y = F \cdot \sin \alpha$$



Ejemplo

La figura a) muestra la acción de una fuerza de 500 N actuando con un ángulo de 53° sobre un cuerpo de 80 kg apoyado sobre una superficie horizontal que ofrece una fricción al desplazamiento constante de 100 N. Determinar el valor de todas las fuerzas aplicadas al cuerpo y el valor de su aceleración.



Comenzaremos descomponiendo la fuerza F de dirección oblicua en una componente horizontal y otra componente vertical. Para esto aplicamos las expresiones anteriores y obtenemos:

$$F_x = 500\text{ N} \cdot \cos 53^\circ = 300\text{ N}$$

$$F_y = 500\text{ N} \cdot \sin 53^\circ = 400\text{ N}$$

Las otras fuerzas aplicadas son el peso (de valor $P = 80\text{ kg} \cdot 10\text{ m/s}^2 = 800\text{ N}$), la fuerza de fricción conocida ($Fr = 100\text{ N}$) y la fuerza con el piso (la normal): La figura b) muestra estas fuerzas junto con la fuerza F ya descompuesta en F_x y F_y . Del análisis de la acción de estas fuerzas en cada eje podemos conocer el valor de la fuerza normal y la aceleración del cuerpo. Consideremos el eje vertical "y" en donde vemos que están actuando tres vectores fuerza: la componente vertical de F , la normal y el peso del cuerpo. En este eje la aceleración es nula ya que el cuerpo no tiene movimiento vertical. Entonces:

$$\sum F_y = R_y = 0 \Rightarrow F_y + N - P = 0 \Rightarrow 400\text{ N} + N - 800\text{ N} = 0 \Rightarrow N = 400\text{ N}$$

En el eje horizontal actúa la componente horizontal de F hacia la derecha y la fuerza de fricción hacia la izquierda. Por lo tanto habrá una fuerza neta (F_n) de 200 N actuante hacia la derecha que le provocará una aceleración en ese sentido:

$$\sum F_x = R_x = F_x - Fr = 300\text{ N} - 100\text{ N} = 200\text{ N} \Rightarrow a = \frac{R_x}{m} = \frac{200\text{ N}}{80\text{ kg}} = 2,5\text{ m/s}^2$$