Equilibrio de un cuerpo rígido

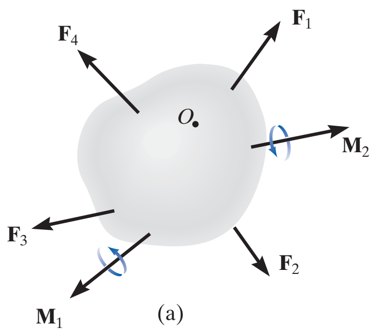
5

OBJETIVOS DEL CAPÍTULO

- Desarrollar las ecuaciones de equilibrio para un cuerpo rígido.
- Presentar el concepto de diagrama de cuerpo libre para un cuerpo rígido.
- Mostrar cómo resolver problemas de equilibrio de cuerpos rígidos mediante las ecuaciones de equilibrio.

5.1 Condiciones para el equilibrio de un cuerpo rígido

En esta sección desarrollaremos las condiciones necesarias y suficientes para lograr el equilibrio del cuerpo rígido que se muestra en la figura 5-1*a*. Este cuerpo está sometido a un sistema de fuerzas externas y momentos de par que es el resultado de los efectos de fuerzas gravitatorias, eléctricas, magnéticas o de contacto causadas por cuerpos adyacentes. Las fuerzas internas causadas por interacciones entre partículas dentro del cuerpo no se muestran en la figura porque estas fuerzas ocurren en pares colineales iguales pero opuestos y por consiguiente se cancelarán, lo cual es una consecuencia de la tercera ley de Newton.



(a)

Fig. 5-1

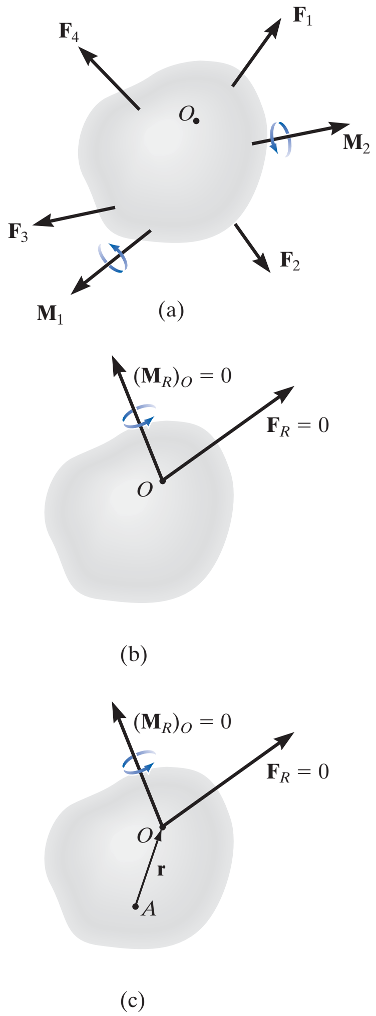


Fig. 5-1

5

Si utilizamos los métodos del capítulo anterior, el sistema de fuerzas y momentos de par que actúan sobre un cuerpo puede reducirse a una fuerza resultante y un momento de par equivalentes en cualquier punto arbitrario O sobre el cuerpo o fuera de él, figura 5-1*b*. Si tanto la fuerza como el momento de par resultantes son iguales a cero, entonces se dice que el cuerpo está en *equilibrio*. En forma matemática, el equilibrio de un cuerpo se expresa como

$$\mathbf{F}_R = \Sigma \mathbf{F} = \mathbf{0}$$
$$(\mathbf{M}_R)_O = \Sigma \mathbf{M}_O = \mathbf{0} \qquad (5\text{-}1)$$

La primera de estas ecuaciones establece que la suma de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo es igual a *cero*. La segunda ecuación establece que la suma de los momentos de todas las fuerzas en el sistema con respecto al punto O, añadida a todos los momentos de par es igual a *cero*. Estas dos ecuaciones no sólo son necesarias para el equilibrio, también son suficientes. Para mostrar esto, considere la sumatoria de los momentos con respecto a algún otro punto, como el punto A de la figura 5-1*c*. Necesitamos

$$\Sigma \mathbf{M}_A = \mathbf{r} \times \mathbf{F}_R + (\mathbf{M}_R)_O = \mathbf{0}$$

Como $\mathbf{r} \neq \mathbf{0}$, esta ecuación se cumple sólo si se satisfacen las ecuaciones 5-1, a saber $\mathbf{F}_R = \mathbf{0}$ y $(\mathbf{M}_R)_O = \mathbf{0}$.

Cuando se apliquen las ecuaciones de equilibrio, supondremos que el cuerpo permanece rígido. Sin embargo, en realidad todos los cuerpos se deforman cuando están sometidos a cargas. Aunque éste sea el caso, la mayoría de los materiales de ingeniería como el acero y el concreto son muy rígidos por lo que su deformación suele ser muy pequeña. Por lo tanto, al aplicar las ecuaciones de equilibrio, podemos suponer de manera general que el cuerpo permanecerá *rígido* y *no se deformará* bajo la carga aplicada sin introducir ningún error significativo. De esta forma, la dirección de las fuerzas aplicadas y sus brazos de momento con respecto a una referencia fija, permanecen sin cambio antes y después de cargar el cuerpo.

EQUILIBRIO EN DOS DIMENSIONES

En la primera parte del capítulo, consideraremos el caso donde el sistema de fuerzas que actúa sobre un cuerpo rígido se encuentra en, o puede ser proyectado sobre un *solo* plano y, además, cualesquier momentos de par que actúen sobre el cuerpo se dirigen de manera perpendicular a dicho plano. Este tipo de sistema de fuerzas y momentos de par suele denominarse sistema de fuerzas *coplanares* o bidimensionales. Por ejemplo, el avión de la figura 5-2 tiene un plano de simetría a través de su eje central, y por lo tanto las cargas que actúan sobre el avión son simétricas con respecto a ese plano. Así, cada una de las dos llantas de las alas soportará la misma carga **T**, lo cual se representa en la vista lateral (bidimensional) del avión como 2**T**.

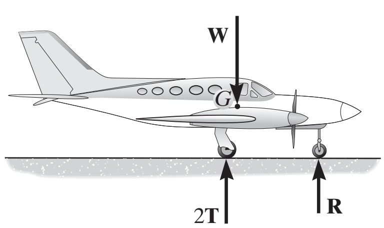


Fig. 5-2