Equilibrio estático

Javier Junquera

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

Bibliografía

Física, Volumen 1, 6° edición

Raymod A. Serway y John W. Jewett, Jr.

Ed. Thomson

ISBN: 84-9732-168-5

Capítulo 12

Definición de equilibrio

El término equilibrio implica:

- o que un objeto está en reposo
- o que su centro de masas se mueve con velocidad constante con respecto al observador

Aquí solo trataremos con el primero de los casos, en el cual se dice que el objeto está en equilibrio estático

Condiciones de equilibrio

Primera condición necesaria para el equilibrio:

La fuerza neta que actúa sobre un objeto debe anularse

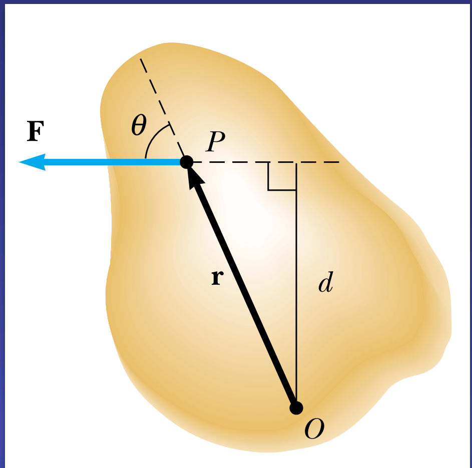
Si el objeto se modeliza como una única partícula, entonces esta el la única condición que debe satisfacerse para el equilibrio

En el caso de tratar sistemas reales (extensos), entonces la situación se complica, ya que no podemos tratar estos sistemas como partículas.

Para que un cuerpo esté en equilibrio estático hace falta una segunda condición

Condiciones de equilibrio

Consideremos una única fuerza $\vec{F}$ actuando sobre un objeto rígido



El efecto de la fuerza va a depender de la posición de su punto de aplicación

El momento de la fuerza con respecto al punto O

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

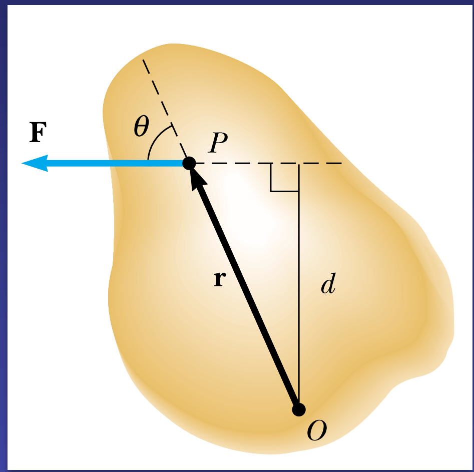
El sentido del vector momento está dirigido hacia fuera de la pizarra, y su módulo viene dado por Fd donde d es el brazo del momento

Un momento neto actuando sobre un cuerpo rígido producirá una aceleración angular

Estamos interesados en estudiar aquellas situaciones rotacionales en las que la aceleración angular de un sólido rígido es cero

Un objeto en estas condiciones estará en **equilibrio rotacional**

Condiciones de equilibrio



Estamos interesados en estudiar aquellas situaciones rotacionales en las que la aceleración angular de un sólido rígido es cero

Un objeto en estas condiciones estará en equilibrio rotacional

Como $\sum \vec{\tau} = I\vec{\alpha}$ **para la rotación alrededor de un eje fijo, la condición necesaria para el equilibrio rotacional es que el momento neto con respecto a cualquier eje debe anularse**

Las dos condiciones necesarias para el equilibrio de un objeto

1. La fuerza externa neta debe ser igual a cero

$$\sum \vec{F} = 0$$

Esta condición refleja el equilibrio de traslación.
La aceleración lineal del centro de masas del objeto debe anularse cuando se observa desde un sistema de referencia inercial

2. El par externo neto debe ser igual a cero

$$\sum \vec{\tau} = 0$$

Esta condición refleja el equilibrio de rotación.
La aceleración angular con respecto a cualquier eje debe anulase

En el caso especial del equilibrio estático, el objeto está en reposo con respecto al observador, así que su velocidad lineal y angular se anula

$$v_{\mathrm{CM}} = 0 \qquad \omega = 0$$

Las dos condiciones necesarias para el equilibrio de un objeto

1. La fuerza externa neta debe ser igual a cero

$$\sum \vec{F} = 0$$

2. El par externo neto debe ser igual a cero

$$\sum \vec{\tau} = 0$$

Estas dos ecuaciones vectoriales son equivalentes a seis ecuaciones escalares :

- tres (x, y, z) para la primera condición de equilibrio
- tres (x, y, z) para la segunda condición de equilibrio

Condiciones de equilibrio en sistemas con fuerzas coplanares

Estas dos ecuaciones vectoriales son equivalentes a seis ecuaciones escalares :

- **tres (x, y, z) para la primera condición de equilibrio**
- **tres (x, y, z) para la segunda condición de equilibrio**

Las fuerzas cuyas representaciones vectoriales se encuentran en el mismo plano se dice que son coplanares

Si restringimos el estudio a situaciones en las que todas las fuerzas descansan sobre un plano [por ejemplo, el (x, y)] entonces solo tenemos que resolver tres ecuaciones escalares

$$\sum F_x = 0 \qquad \sum F_y = 0 \qquad \sum \tau_z = 0$$

Condiciones de equilibrio en sistemas con fuerzas coplanares

Estas dos ecuaciones vectoriales son equivalentes a seis ecuaciones escalares :

- **tres** (x, y, z) **para la primera condición de equilibrio**
- **tres** (x, y, z) **para la segunda condición de equilibrio**

Las fuerzas cuyas representaciones vectoriales se encuentran en el mismo plano se dice que son coplanares

Si restringimos el estudio a situaciones en las que todas las fuerzas descansan sobre un plano [por ejemplo, el (x, y) **] entonces solo tenemos que resolver tres ecuaciones escalares**

$$\sum F_x = 0 \qquad \sum F_y = 0 \qquad \sum \tau_z = 0$$

El par neto con respecto a un eje que pase por cualquier punto del plano debe ser cero.
El eje de giro al que está referido el par es arbitrario.

Condiciones de equilibrio en sistemas con fuerzas coplanares

Estas dos ecuaciones vectoriales son equivalentes a seis ecuaciones escalares :

- tres (x, y, z) para la primera condición de equilibrio

- tres (x, y, z) para la segunda condición de equilibrio

Las fuerzas cuyas representaciones vectoriales se encuentran en el mismo plano se dice que son coplanares

Si restringimos el estudio a situaciones en las que todas las fuerzas descansan sobre un plano [por ejemplo, el (x, y)] entonces solo tenemos que resolver tres ecuaciones escalares

$$\sum F_x = 0 \qquad \sum F_y = 0 \qquad \sum \tau_z = 0$$

El par neto con respecto a un eje que pase por cualquier punto del plano debe ser cero.
El eje de giro al que está referido el par es arbitrario.

Pistas para resolver problemas de estática

El peso siempre actúa en el centro de gravedad del sistema

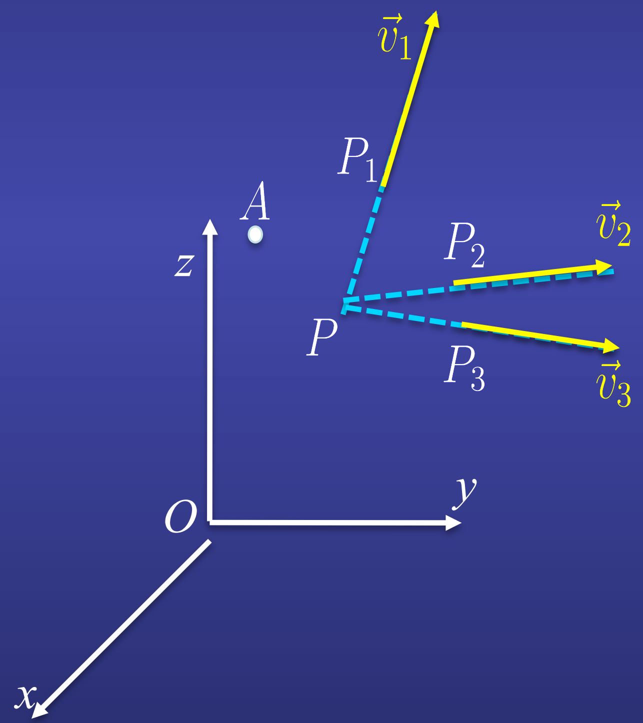
Si $\sum \vec{F} = 0$ **y** $\sum \vec{\tau} = 0$ **respecto a un punto,**

entonces el momento es cero con respecto a cualquier punto

Recordad además el teorema de Varignon para calcular el momento resultante de un sistema de vectores concurrentes

Teorema de Varignon para un sistema de vectores concurrentes

El momento resultante sobre un sistema de fuerzas concurrentes es igual a la suma de los momentos de las fuerzas aplicadas



$$\vec{M}_A = \sum_{i=1}^{n} \vec{AP_i} \times \vec{v}_i = \sum_{i=1}^{n} \left(\vec{AP} + \vec{PP_i}\right) \times \vec{v}_i$$

$$= \sum_{i=1}^{n} \vec{AP} \times \vec{v}_i + \sum_{i=1}^{n} \vec{PP_i} \times \vec{v}_i$$

$$= \vec{AP} \times \sum_{i=1}^{n} \vec{v}_i + 0$$

$$= \vec{AP} \times \vec{R}$$

Substitución de ligaduras por fuerzas asociadas

Las ligaduras y apoyos comúnmente utilizados en mecánica aplicada se suelen modelizar y sustituir por fuerzas y pares de reacción de interpretación simple. En las figuras que siguen se representan algunos de los casos más habituales

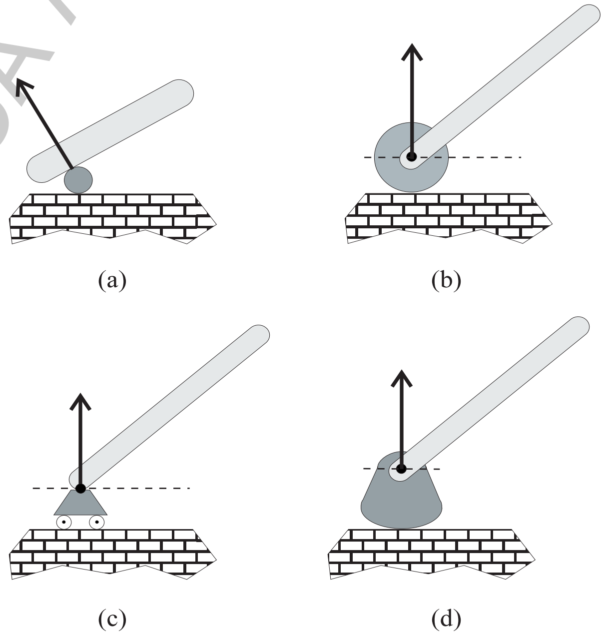


FIGURA 4.5: Diversas maneras de construir apoyos simples: (a) rodillo, (b) rueda, (c) soporte de rodillos, (d) balancín circular.

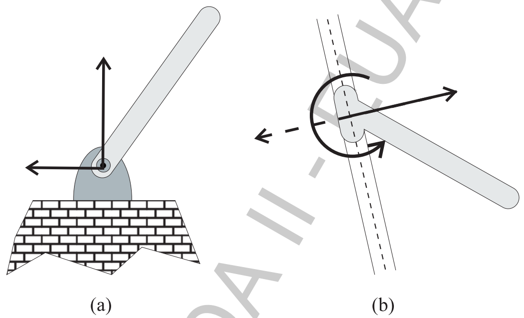


FIGURA 4.9: Ligaduras dobles: (a) Articulación y (b) deslizadera rígida.