

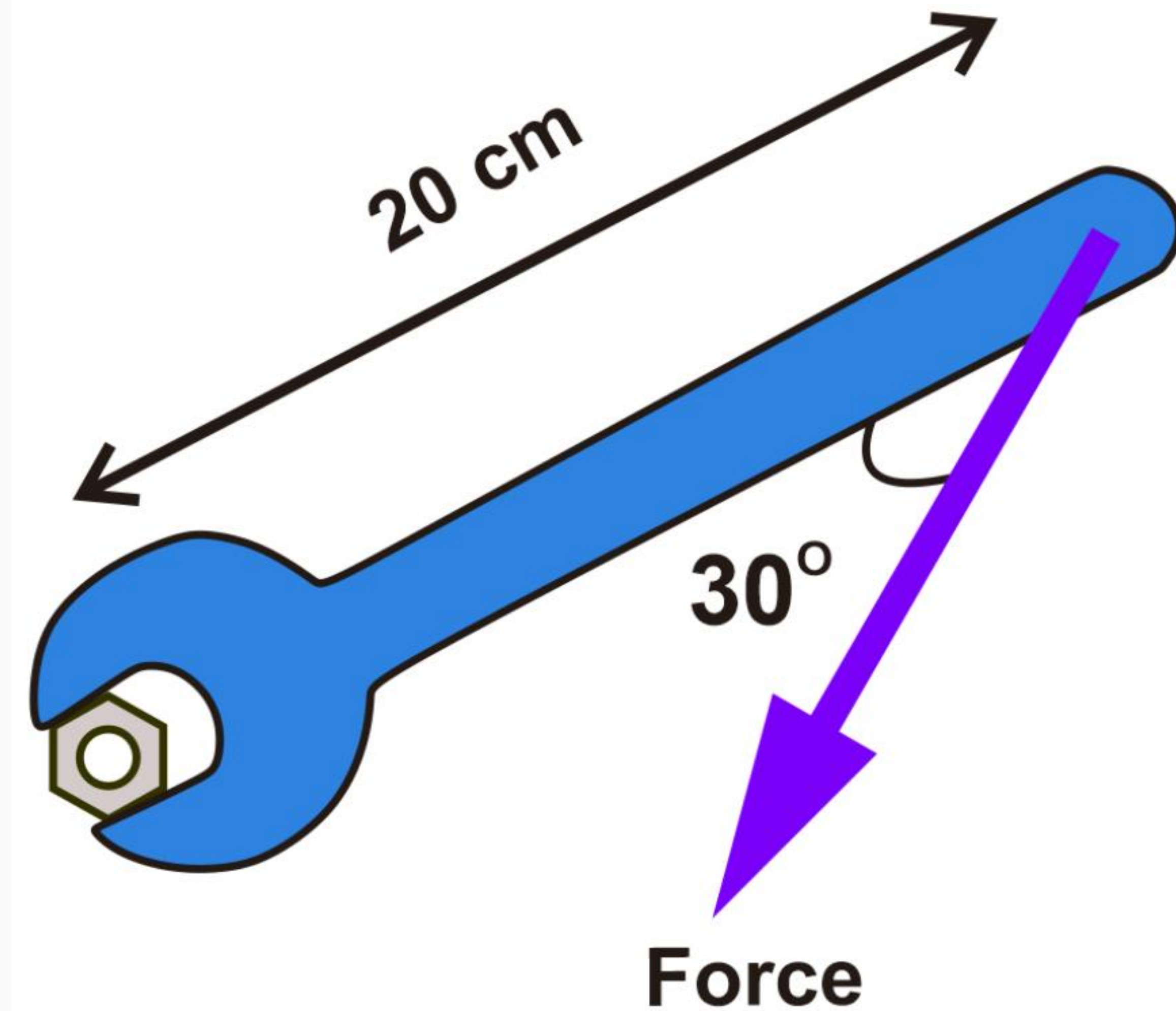
Momento de Torsión y Equilibrio Rotacional

Capítulo 5: Estudio conceptual y cuantitativo de las fuerzas que producen rotación y las condiciones para el equilibrio riguroso de los cuerpos.

Física: Conceptos y Aplicaciones — Paul E. Tippens

Línea de Acción y Brazo de Palanca

- **Línea de Acción:** Línea imaginaria continua que se extiende indefinidamente a lo largo de la dirección del vector fuerza.
- **Brazo de Palanca (r):** Distancia perpendicular medida desde el eje de rotación hasta la línea de acción de la fuerza.
- **Eje de Rotación:** Punto o línea fija alrededor de la cual el cuerpo tiende a girar.
- **Fuerza Central:** Si la línea de acción pasa exactamente por el eje de rotación, el brazo de palanca es cero ($r = 0$).



El Momento de Torsión (Torque)

Definición Físico-Matemática

El momento de torsión (τ) es una medida cuantitativa de la tendencia de una fuerza a producir o modificar el movimiento de rotación de un cuerpo.

$$\tau = F \cdot r = F \cdot d \cdot \sin(\theta)$$

Donde d es la distancia al pivote y θ es el ángulo entre la fuerza y el cuerpo.

Convención de Signos

Por convención estándar en física y cálculo vectorial:

- **Positivo (+):** Si la fuerza tiende a generar una rotación en sentido *contra-reloj* (antihorario).
- **Negativo (-):** Si la fuerza tiende a generar una rotación en el mismo sentido de las *manecillas del reloj* (horario).

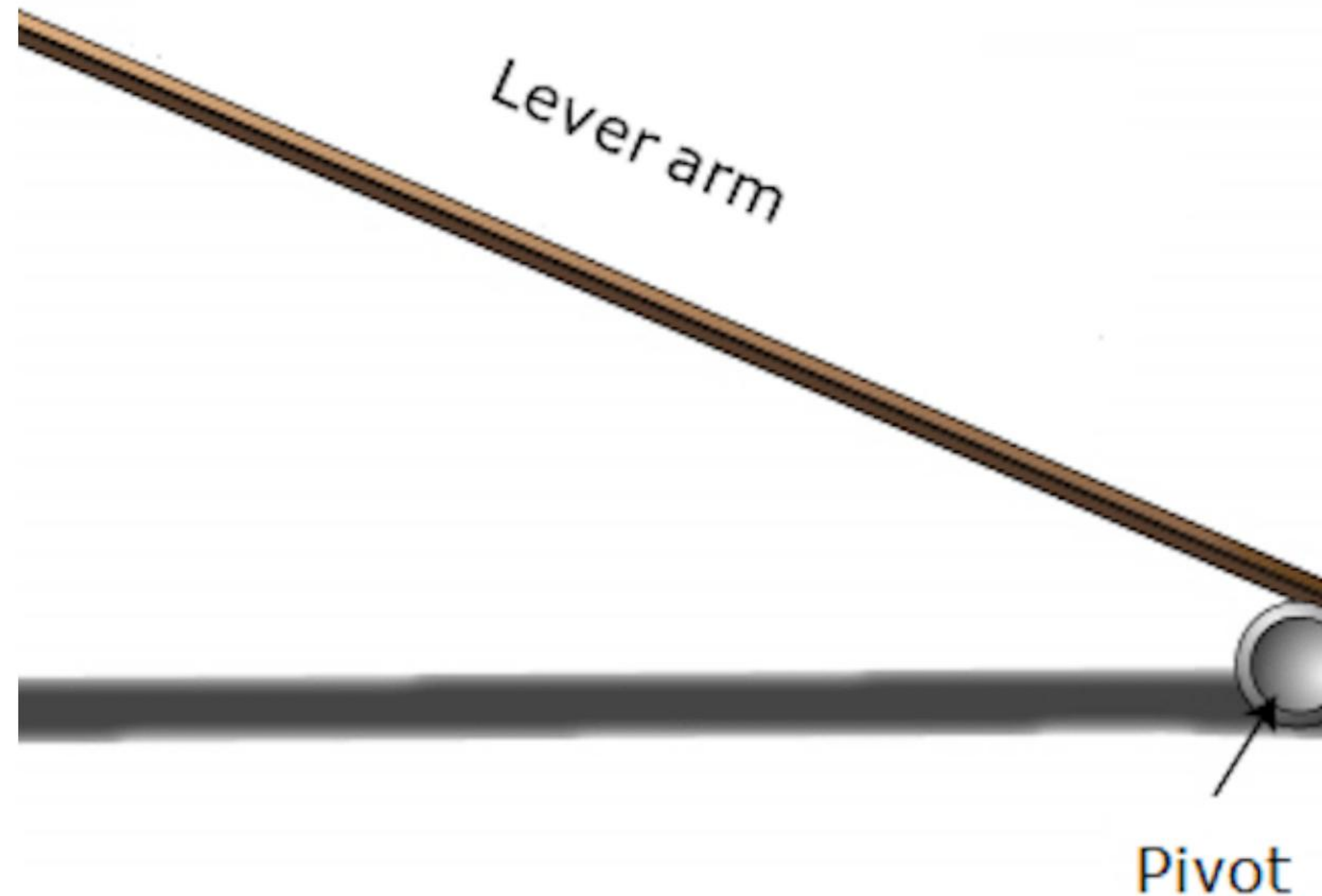
Cálculo del Torque Resultante

Unidades y Geometría

El momento de torsión depende directamente tanto de la intensidad de la fuerza como de su efectividad geométrica para rotar el objeto.

En el Sistema Internacional (S.I.), el torque se mide en **Newton-metro** ($\text{N} \cdot \text{m}$), mientras que en el sistema inglés se expresa en **libra-pie** ($\text{lb} \cdot \text{ft}$).

El torque es máximo cuando la fuerza es perpendicular ($\theta = 90^\circ$) y nulo cuando la fuerza es paralela a la barra ($\theta = 0^\circ$).



Condiciones de Equilibrio

Para que un objeto rígido permanezca completamente en estado de reposo o movimiento uniforme, debe cumplir con dos condiciones independientes.

Las Dos Condiciones de Equilibrio



1ª Condición: Traslacional

La suma vectorial de todas las fuerzas debe ser cero. Evita la aceleración lineal.

$$\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow \sum F_x = 0, \sum F_y = 0$$



2ª Condición: Rotacional

La suma de momentos de torsión respecto a cualquier eje debe ser cero. Evita rotación.

$$\sum \tau = 0$$



Equilibrio Estático Total

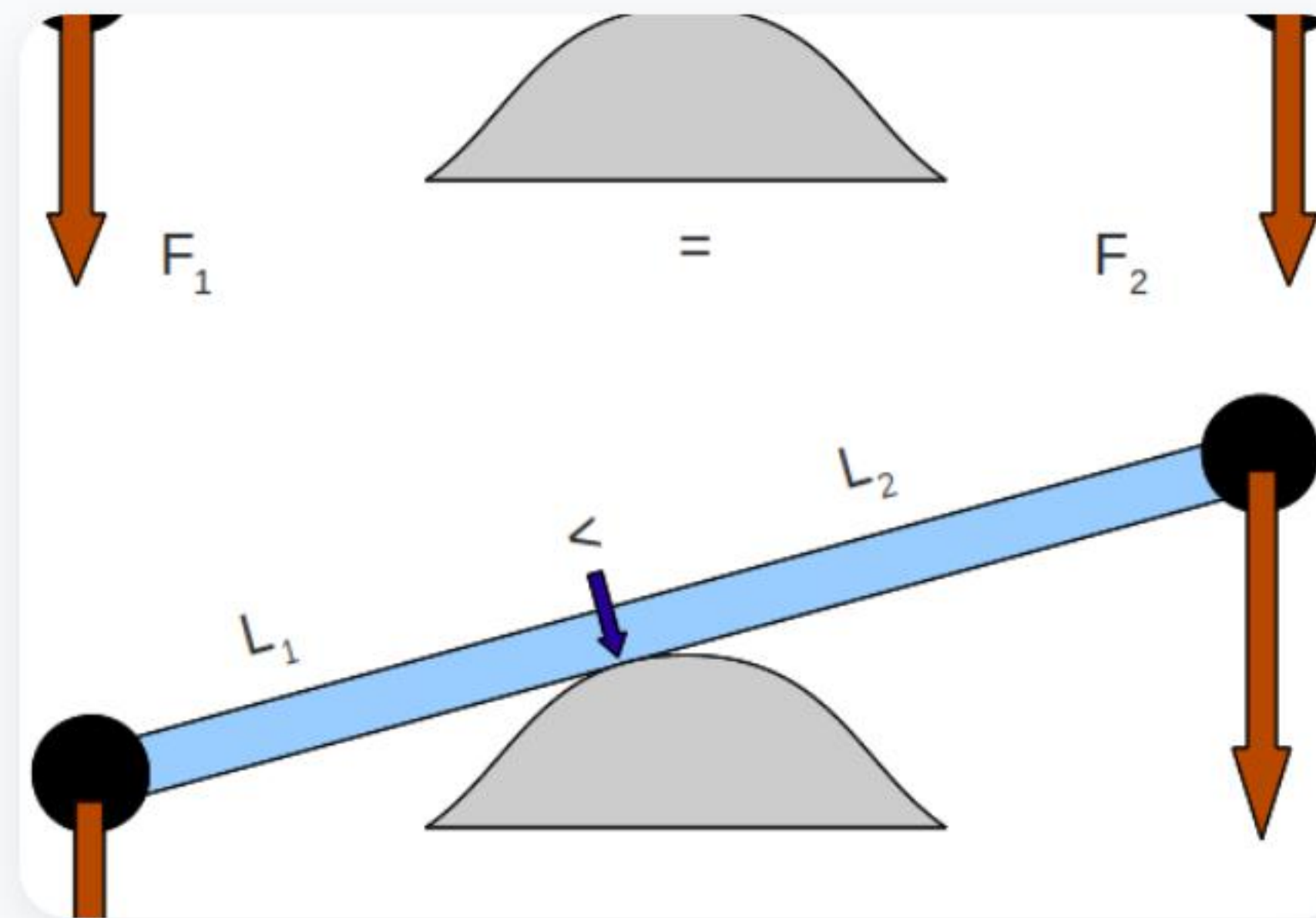
Ocurre cuando el cuerpo satisface simultáneamente ambas condiciones y su velocidad inicial es nula ($v = 0$, $\omega = 0$).

Centro de Gravedad y Aplicaciones



Centro de Gravedad (CG)

Punto exacto donde se considera concentrado todo el peso resultante de un cuerpo para cálculos de equilibrio.



Sistemas en Palanca

Para equilibrar un balancín, los torques en sentido horario deben balancear exactamente a los antihorarios.



Estructuras Rígidas

Grúas y puentes distribuyen cargas pesadas asegurando que $\sum \tau = 0$ respecto a sus soportes.

Elección Arbitraria del Eje de Rotación

0

Torque de Fuerzas que Pasan por el Pivote

Estrategia Simplificadora

Si un cuerpo está en equilibrio rotacional, la suma de los momentos de torsión es cero respecto a **cualquier punto de referencia** que se elija.

Para resolver problemas complejos, conviene colocar el eje imaginario de rotación sobre el punto de aplicación de una **fuerza desconocida**.

Dado que su brazo de palanca resulta ser cero ($r = 0$), esa fuerza no produce torque y se elimina temporalmente de la ecuación de equilibrio.

Metodología para Resolver Problemas



Dibujar el Diagrama de Cuerpo Libre (DCL): Identificar y trazar todas las fuerzas conocidas y desconocidas con sus puntos exactos de aplicación.



Elegir el Eje de Rotación Adecuado: Seleccionar un pivote estratégico para cancelar la mayor cantidad de incógnitas posibles.



Determinar los Brazos de Palanca: Calcule la distancia perpendicular (r) desde el pivote a la línea de acción de cada fuerza.



Aplicar Ecuaciones de Equilibrio: Formule $\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$ y $\sum \tau = 0$ prestando rigurosa atención a la convención de signos.

Aplicación en Ingeniería Estructural

El cálculo preciso del equilibrio rotacional garantiza la estabilidad y seguridad de puentes colgantes, edificaciones, brazos robóticos y maquinarias industriales.

Resumen de Magnitudes del Capítulo 5

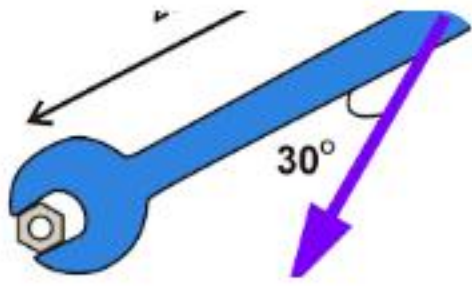
Concepto Físico	Símbolo	Unidad (S.I.)	Descripción Conceptual
Fuerza	F	Newton (N)	Acción capaz de cambiar el estado de movimiento o traslación.
Brazo de Palanca	r	Metro (m)	Distancia perpendicular del pivote a la línea de acción.
Momento de Torsión	τ	N · m	Efecto de giro o rotación producido por una fuerza.
Equilibrio Rotacional	$\sum \tau = 0$	Sin dimensión	Condición que garantiza la ausencia de aceleración angular.

¿Preguntas o Dudas?

¡Muchas gracias por su atención!

Física: Conceptos y Aplicaciones — Paul E. Tippens (7ª Edición)

Image Sources



https://lightcat-files.s3.amazonaws.com/problem_images/88a8b97d0b79f8cc-1671131438401.jpg

Source: www.pearson.com



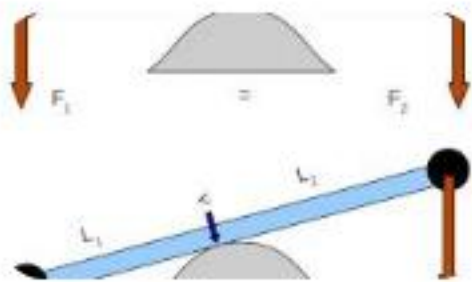
https://www.sciencelearn.org.nz/_next/image?url=https%3A%2F%2Fwww.datocms-assets.com%2F117510%2F1722388028-science_learning_hub_mechanical-advantage_v1.png%3Fw%3D1840%26h%3D752.2966014418125&w=1920&q=85

Source: www.sciencelearn.org.nz



https://www.real-world-physics-problems.com/images/balancing_bird.jpg

Source: www.real-world-physics-problems.com



<https://i.sstatic.net/15TRw.png>

Source: physics.stackexchange.com



<https://i.ytimg.com/vi/nmYpAS3khFQ/hqdefault.jpg>

Source: www.teachengineering.org



https://lookaside.fbsbx.com/lookaside/crawler/media/?media_id=1447461837396081

Source: www.facebook.com