

Sistemas Newtonianos

Unidad 4A

Sólidos rígidos: Estática

Rodrigo Soto

Departamento de Física, Universidad de Chile

Semestre Primavera 2008



Temario

- Leyes de la estática
- Torque y producto cruz
- Relación con las ecuaciones dinámicas de un sólido rígido
- Elementos adicionales para la práctica
- Práctica

Temario

- Leyes de la estática
- Torque y producto cruz
- Relación con las ecuaciones dinámicas de un sólido rígido
- Elementos adicionales para la práctica
- Práctica

Temario

- Leyes de la estática
- Torque y producto cruz
- Relación con las ecuaciones dinámicas de un sólido rígido
- Elementos adicionales para la práctica
- Práctica

Temario

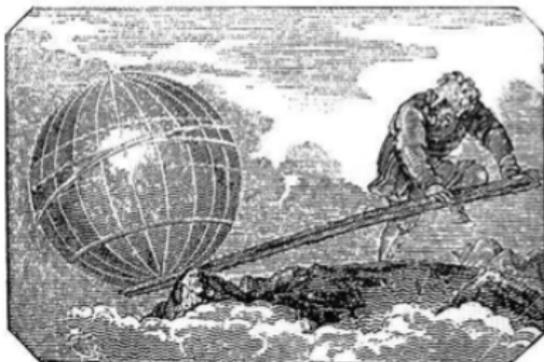
- Leyes de la estática
- Torque y producto cruz
- Relación con las ecuaciones dinámicas de un sólido rígido
- Elementos adicionales para la práctica
- Práctica

Temario

- Leyes de la estática
- Torque y producto cruz
- Relación con las ecuaciones dinámicas de un sólido rígido
- Elementos adicionales para la práctica
- Práctica

Leyes de la estática

Consideremos las siguientes palancas



Leyes de la estática

Buscamos entender cómo funcionan y determinar las fuerzas que actúan sobre ellas.

En la clase anterior se vio

$$M\vec{V} = \vec{F}$$

donde \vec{F} es la suma de las fuerzas externas.

Luego, si el sistema está **estático**, $\vec{F} = 0$.

Es suficiente esto?

Veamos con un ejemplo.

Leyes de la estática

Buscamos entender cómo funcionan y determinar las fuerzas que actúan sobre ellas.

En la clase anterior se vio

$$M\vec{V} = \vec{F}$$

donde \vec{F} es la suma de las fuerzas externas.

Luego, si el sistema está **estático**, $\vec{F} = 0$.

Es suficiente esto?

Veamos con un ejemplo.

Leyes de la estática

Buscamos entender cómo funcionan y determinar las fuerzas que actúan sobre ellas.

En la clase anterior se vio

$$M\vec{V} = \vec{F}$$

donde \vec{F} es la suma de las fuerzas externas.

Luego, si el sistema está **estático**, $\vec{F} = 0$.

Es suficiente esto?

Veamos con un ejemplo.

Leyes de la estática: ejemplo

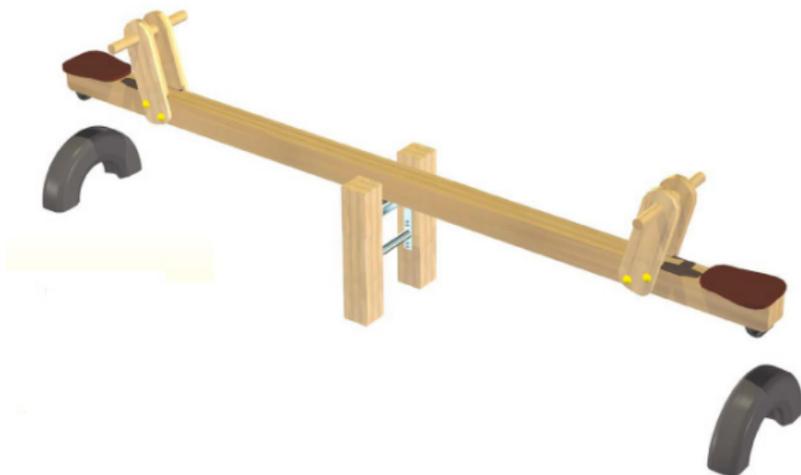
Un balancín



La condición de fuerza nula no es suficiente.
Hay muchas combinaciones compatibles con eso.

Leyes de la estática: ejemplo

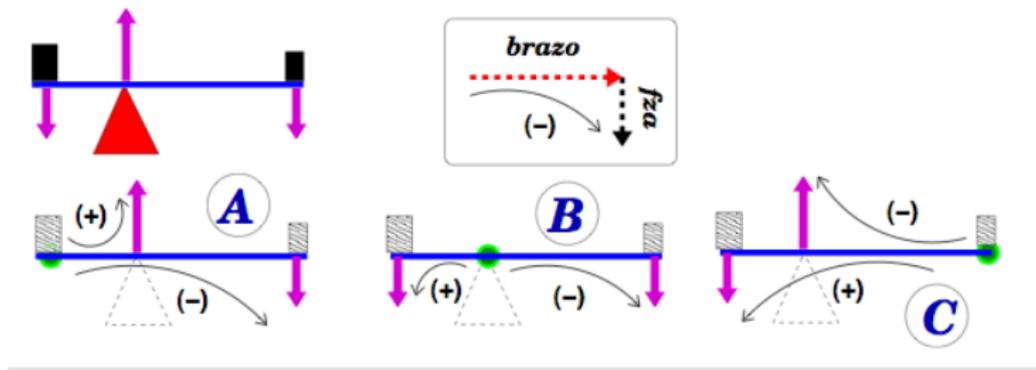
Un balancín



La condición de fuerza nula no es suficiente.
Hay muchas combinaciones compatibles con eso.

Leyes de la estática: ejemplo

Hagamos un análisis en detalle

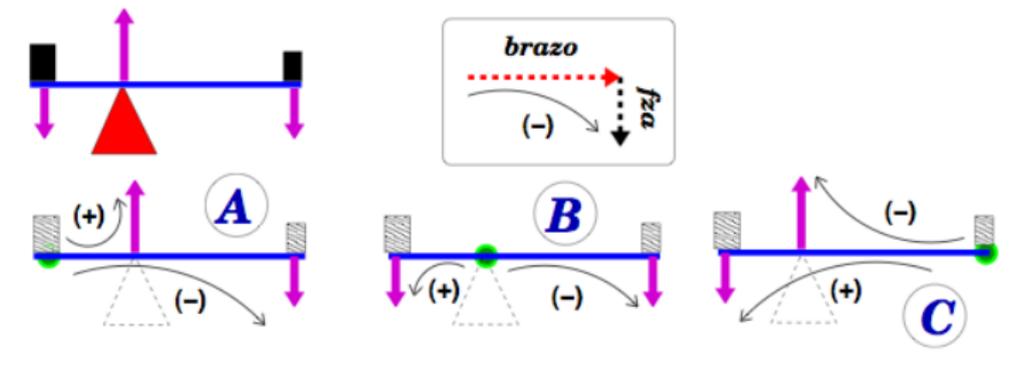


Las fuerzas, además de mover el centro de masa, “tienden” a hacer rotar un cuerpo.

En equilibrio, esas tendencias tienen que cancelarse.

Leyes de la estática: ejemplo

Hagamos un análisis en detalle



Las fuerzas, además de mover el centro de masa, “tenden” a hacer rotar un cuerpo.

En equilibrio, esas tendencias tienen que cancelarse.

Torque y producto cruz

La tendencia a hacer rotar se cuantifica con el **torque** que se calcula mediante el **producto vectorial** o **producto cruz**.

Dados dos vectores \vec{A} y \vec{B} , se define $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$ como el vector cuya

- dirección es perpendicular a ambos, \vec{A} y \vec{B} ;
- tamaño $AB \sin(\theta_{AB})$, con θ_{AB} el ángulo entre los vectores; y
- sentido según la regla de la mano derecha.

Torque y producto cruz

La tendencia a hacer rotar se cuantifica con el **torque** que se calcula mediante el **producto vectorial** o **producto cruz**.

Dados dos vectores \vec{A} y \vec{B} , se define $\vec{C} = \vec{A} \times \vec{B}$ como el vector cuya

- dirección es perpendicular a ambos, \vec{A} y \vec{B} ;
- tamaño $AB \sin(\theta_{AB})$, con θ_{AB} el ángulo entre los vectores; y
- sentido según la regla de la mano derecha.

Torque y producto cruz

Se define el torque de una fuerza **respecto a un punto** como

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

donde \vec{r} es el vector que va desde el punto con respecto al punto que se mide el torque y el punto de aplicación de la fuerza

Leyes de la estática

Un cuerpo sólido esta **estático** (en equilibrio) si

- La fuerza neta sobre él se anula.
- El torque total (de todas las fuerzas) con respecto a cualquier punto del sólido se anula.

Es importante recordar que el torque tiene **sentido**.

Leyes de la estática

Un cuerpo sólido esta **estático** (en equilibrio) si

- La fuerza neta sobre él se anula.
- El torque total (de todas las fuerzas) con respecto a cualquier punto del sólido se anula.

Es importante recordar que el torque tiene **sentido**.

Torque de la gravedad

La fuerza de gravedad actúa sobre un cuerpo como si todo el peso se concentrara en su centro de masa.

$$\begin{aligned}\tau_g &= \sum_i \vec{r}_i \times m_i \vec{g} \\ &= \left(\sum_i m_i \vec{r}_i \right) \times \vec{g} \\ &= \vec{R} \times M \vec{g}\end{aligned}$$

Relación con las ecuaciones dinámicas de un sólido rígido

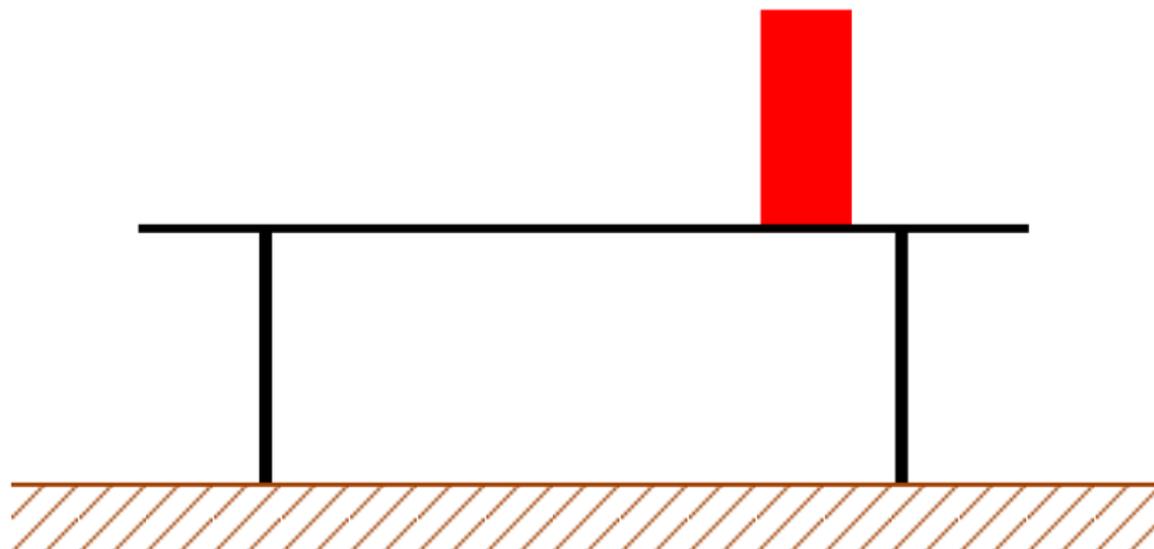
Las leyes de la estática pueden ser deducidas a partir de las ecuaciones dinámicas de un sólido. En las próximas clases vamos a ver que

$$M\dot{\vec{V}} = \vec{F}$$

$$\dot{\vec{L}} = \vec{\tau}$$

de manera que velocidad nula y momentum angular nulo implican las leyes de la estática.

Ejemplo



Cuánto valen las fuerzas en cada una de las patas de la mesa?

Ejemplo



Tensión de una Cuerda

Una cuerda ideal es inextensible, no tiene masa, y es completamente flexible.

Dicha cuerda sólo transmite fuerzas a lo largo de la dirección de la cuerda (recta tangente en cualquier punto) y se denomina tensión.

Poleas

Una polea ideal (sin masa y sin roce en su eje) fija es un elemento mecánico que sólo cambia la dirección de una cuerda, sin modificar el módulo de su tensión.

Elementos adicionales para la práctica

La fuente de errores y su importancia la debe identificar cada grupo (no hay respuestas universales).

Hay fuentes de error que no dependen de Uds., por ejemplo:

- el sensor no está bien calibrado
- hay roce en la rotula (lo que ejerce otro torque)
- paso una micro por la calle e hizo vibrar la mesa

y otras que sí dependen de Uds.

- la barra no está horizontal
- se apoyan sobre la mesa al medir

Son aleatorios o sistemáticos? Son relevantes para la precisión del experimento?

Verificar las leyes de la estática con el prototipo

